DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Zwölfter Jahrgang | 12. September 1924 | Heft 37

Über den Hafniumgehalt einiger historischer Zirkonpräparate.

Von G. v. HEVESY und V. THAL JANTZEN, Kopenhagen.

Die Untersuchung zahlreicher Zirkonmineralien führte zum Ergebnis, daß das Zirkon im Mineralreich stets von Hafnium begleitet wird. Die Trennung des Hafniums vom Zirkon zeigte sich ferner als eine der schwierigsten Aufgaben der anorganischen Chemie; man mußte demnach erwarten, daß alle bisher dargestellten Zirkonverbindungen Hafnium enthalten. Diese Folgerung konnte durch die Untersuchung einer großen Zahl von Zirkonpräparaten bestätigt werden, die zum Teil von den größten Autoritäten auf dem Gebiete der Zirkonchemie dargestellt worden sind, von JULIUS THOMSEN, MARIGNAC, NORDENSKJÖLD, LINDSTRØM, WEIBULL, RAMMELSBERG u. a. Die röntgenspektroskopische Untersuchung dieser Präparate hat folgendes Ergebnis geliefert.

1. Julius Thomsens K_2ZrF_6.

JULIUS THOMSEN hat eine neue Schreibart des periodischen Systems vorgeschlagen, in welcher die einzelnen Elemente mit den meist verwandten durch eine gerade Linie verbunden werden. In THOMSENS System ist ein fehlendes Element vom Atomgewicht 180 eingetragen, das durch eine gerade Linie mit dem Zirkon verbunden ist. JULIUS THOMSEN, der wiederholt nach neuen Elementen geforscht hat, stellte vielleicht die oben genannte Verbindung sowie das $NiZrF_6$ auf der Suche nach dem fehlenden Elemente vom Atomgewicht 180 dar. Wir haben das von ihm dargestellte K_2ZrF_6, das wir der Freundlichkeit seines Nachfolgers Herrn Professor E. BIILMANN verdanken, mit konz. Schwefelsäure behandelt, das erhaltene Sulfat calciniert, und das K_2SO_4 mit siedendem Wasser ausgezogen; das zurückgebliebene ZrO_2 wurde dann röntgenspektroskopisch[1]) untersucht. Das ZrO_2 wies einen Hafniumgehalt von $^1/_2$% auf. Dieser verhältnismäßig geringe Hafniumgehalt erklärt sich teils dadurch, daß das Ausgangsmaterial, der von JULIUS THOMSEN benutzte Eudialyt, nur $1^1/_2$% Hf (pro Zr-Gehalt gerechnet) enthielt, teils durch eine Anreicherung des Hafnium in der Mutterlauge bei der Krystallisation der Verbindung. Die Krystallisation der Kaliumdoppelfluoride ist ja eine der allergeeignetsten Methoden zur Trennung des Hafniums vom Zirkon.

2. Marignacs Präparate.

Dank der außerordentlich großen Freundlichkeit von Professor K. FREUDENBERG in Karlsruhe konnten wir eine Sammlung von Zirkondoppelfluoriden untersuchen, welche MARIGNAC dargestellt und dem damaligen Leiter des chemischen Institutes der Technischen Hochschule in Karlsruhe, WELTZIEN, geschenkt hatte. Anfangs September 1860 haben WELTZIEN, WURTZ und KEKULE eine Reihe von hervorragenden Fachgenossen nach Karlsruhe eingeladen, um dort die Frage der Schreibweise der chemischen Formeln zu diskutieren. An diesem äußerst bemerkenswerten Kongreß nahmen unter anderen BAEYER, BUNSEN, CANNIZZARO, DUMAS, KEKULÉ, MARIGNAC, MENDELEJEFF, STAS und STRECKER teil, und es war bei dieser Gelegenheit, daß MARIGNAC eine Sammlung von Zirkondoppelfluoriden bestehend aus

$(NH_4)_2ZrF_6$, K_2ZrF_6, $ZnZrF_6 + 6\ H_2O$, $Cd_2ZrF_8 + 6\ H_2O$, $MnZrF_6 + 5\ H_2O$, $Cu_2ZrF_8 + 12\ H_2O$, $Cu_3Zr_2F_{14} + 16\ H_2O$, $Ni_2ZrF_8 + H_2O$, $Ni_2ZrF_8 + 12\ H_2O$, $K_2NiZr_2F_{12} + 8\ H_2O$,

seinem Freunde WELTZIEN geschenkt hat[1]).

Die zu untersuchenden Proben haben wir ins Sulfat umgewandelt, calciniert, und bis auf das unlösliche $ZrO_2 + HfO_2$ mit siedendem Wasser bzw. mit Salzsäure extrahiert. Das Ergebnis der röntgenspektroskopischen Untersuchung von einigen Proben zeigen Fig. 1 bis 5, welche folgendermaßen erhalten worden sind: Die L_{α_1}-Linie des Hafniums sowie des der Probe beigemengten Tantals[2]) wurde aufgenommen; das Verhältnis der Intensität der zwei Linien bildet ein Maß des Verhältnisses der im Präparat vorhandenen Hafnium- und Tantalmenge, und da die letztere bekannt ist, kann aus diesem Verhältnis die vorhandene Haf-

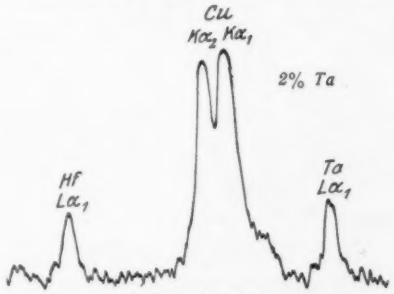


Fig. 1. $Cd_2ZrF_8 + 6\ H_2O$ (MARIGNAC).

[1]) S. D. COSTER, Zeitschr. f. Elektrochem. **29**, 344 1923.

[1]) Die obigen Angaben wurden einem von uns freundlichst von Herrn Professor K. FREUDENBERG bzw. Geh.-Rat C. ENGLER mitgeteilt.

[2]) S. D. COSTER, l. c.

niummenge bestimmt werden. Um die Intensität der Hafnium- und Tantallinie zu vergleichen, wurde jetzt die Schwärzung der erhaltenen photographischen Platte photometrisch bestimmt und die Fig. 1 bis 5 zeigen die so erhaltenen Photometerkurven, welche außer den der Hf-L_{α_1}- und Ta-L_{α_1}-Linien entsprechenden Knicken auch die den Cu-K_{α_1}- und Cu-K_{α_2} entsprechenden zeigen, welche durch die Kupferantikathode erzeugt worden sind. Bei der Untersuchung der Präparate gingen wir so vor, daß wir zwecks Orientierung über den vorhandenen Hafniumgehalt erst 1% Ta_2O_5

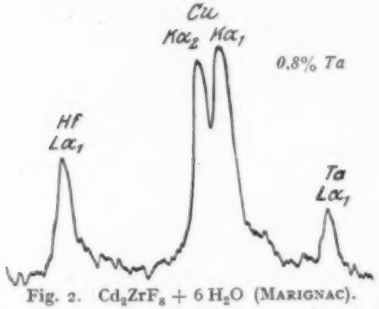


Fig. 2. $Cd_2ZrF_8 + 6\,H_2O$ (MARIGNAC).

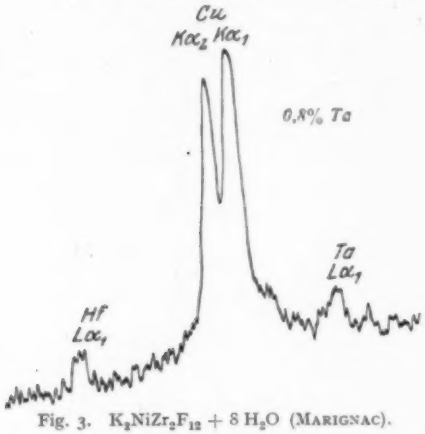


Fig. 3. $K_2NiZr_2F_{12} + 8\,H_2O$ (MARIGNAC).

der Probe zugemengt haben. Zeigte sich die Hf-Linie stärker als die Ta-Linie, so haben wir mehr Tantaloxyd der Probe zugemengt, so z. B. im Falle des Cd_2ZrF_8 2%, zeigte sich dagegen die Tantallinie schwächer, so mengten wir eine entsprechend geringere Tantaloxyd-Menge der Probe zu. Wünscht man einen hohen Grad der Genauigkeit zu erzielen, so variiert man den Tantaloxyd-Gehalt so lange, bis man 2 Aufnahmen erhält, von denen die eine die Hf-, die andere die Ta-Linie ganz wenig intensiver zeigt. Wir haben ferner eine bekannte Menge von Cassiopeiumoxyd[1]) den Präparaten beigemengt und die Intensität der $Hf - L_{\beta_1}$- und $Cp - L_{\beta_1}$-Linien verglichen. Da der Unterschied in der Wellenlänge dieser Linien nur gegen 4 X-Einheiten beträgt (0,17 mm auf der photographischen Platte), so eignet sich der Vergleich ihrer Intensitäten zu unserem Zwecke besonders gut. Die erhaltenen Resultate sind in der Tabelle 1 zusammengestellt. Man sieht, daß am meisten Hafnium das $Ni_2ZrF_8 + 12\,H_2O$, am wenigsten das $(NH_4)_2ZrF_6$ enthält. Die Krystallisation gerade der letztgenannten Verbindung wurde von uns kurz nach der Entdeckung des Hafniums als die wirksamste Methode zur Trennung des Zirkons von Hafnium erkannt. Die Resultate der Untersuchung der Marignacschen Präparate ist aus den Zahlen der Tabelle 1 ersichtlich.

Tabelle I.

$ZrO_2 + HfO_2$ gewonnen aus	HfO_2-Gehalt in %
$Ni_2ZrF_8 + 12\,H_2O$	2
$Cd_2ZrF_8 + 6\,H_2O$	2
$ZnZrF_6 + 6\,H_2O$	$1^1/_2$
$Cu_3Zr_2F_{14} + 16\,H_2O$	$1^1/_2$
$Cu_2ZrF_8 + 12\,H_2O$	1
$MnZrF_6 + 5\,H_2O$	1
$K_2NiZr_2F_{12} + 8\,H_2O$	$^1/_2$
$NiZrF_6 + 6\,H_2O$	$^1/_2$
K_2ZrF_6	$^1/_2$
$(NH_4)_2\,ZrF_6$	$^1/_4$

Als MARIGNACS Ausgangsmaterial diente ein fast farbloser Zirkon, vermutlich von Ceylon herrührend[1]). In ZrO_2 das aus dem Minerale Zirkon gewonnen wurde, haben wir öfters die Anwesenheit von 2% Hf festgestellt. Es liegt demnach nahe, die Zahlen der Tabelle 1 so zu deuten, daß während die Krystallisation des $NiZrF_6 + 12\,H_2O$ sowie des $Cd_2ZrF_6 + 6\,H_2O$ kaum eine nennenswerte Trennung des Zirkons und Hafniums erfolgt ist, die Krystallisation der Kupferverbindungen bereits effektiver war und bei der Krystallisation des Kalium- oder gar des Ammoniumsalzes eine sehr beträchtliche Trennung der 2 Elemente erfolgt ist, in voller Übereinstimmung mit unseren Resultaten, zu denen wir bei der Krystallisation des Kalium- und Ammoniumsalzes gelangt sind.

A. Der Hafniumgehalt des Marignacschen K_2ZrF_6 und das Atomgewicht des Zirkons.

MARIGNAC hat das Atomgewicht des Zirkons aus den unten angegebenen Verhältnissen berechnet und ist dabei zu den folgenden Werten gelangt:

	Atomgewicht des Zr
$\frac{K_2ZrF_6}{K_2SO_4}$	90,02
$\frac{K_2ZrF_6}{ZrO_2}$	91,55
$\frac{K_2SO_4}{ZrO_2}$	90,68

Bei Berücksichtigung der Gegenwart von ungefähr $^1/_2$% Hf in seinem Präparat sollten die

[1]) Wir verdanken das völlig reine Cp_2O_3 der Güte des Freiherrn AUER VON WELSBACH.

[1]) CH. MARIGNAC, Ann. de Chim. et de Phys. 60, 257. 1860.

obigen Werte um 0,3 vermindert werden, um zu dem wahren Atomgewicht des Zirkons zu gelangen. Dieses liegt nach den neuesten Bestimmungen O. HÖNIGSCHMIDS[1]) etwas über 91, also etwas höher als der von der Atomgewichtskommission angenommene Wert. Wir müssen daraus folgern, daß die von MARIGNAC angewandte Methode der Atomgewichtsbestimmung einen zu niedrigen Wert lieferte, doch wurde der dadurch verursachte Fehler durch die Gegenwart von Hafnium in seinem Präparat z. T. kompensiert. Dieselbe Überlegung gilt in noch höherem Maße für alle anderen von verschiedenen Forschern benutzten Methoden, ausgenommen das von VENABLE und BELL[2]) verwendete Tetrachloridverfahren. Die letztgenannten Forscher verwendeten eine korrekte Methode, hier mußte sich die Gegenwart des Hafniums[3]) in ihrem Zirkon in einem zu hohen Werte des gefundenen Atomgewichts äußern, was tatsächlich der Fall war, sie waren die einzigen, die einen zu hohen Wert fanden, nämlich 91,8.

B. Marignacs Krystallisation des K_2ZrF_6.

Die Behauptungen SVANBERGS (1845) und SJÖGRENS (1857), ein neues dem Zirkon ähnliches Element, das „Norium" entdeckt zu haben, veranlaßte MARIGNAC, die Einheitlichkeit des Zirkons einer Prüfung zu unterwerfen. SJÖGREN, der der Meinung war, aus dem Katapleit die „Norerde" isoliert zu haben, beschreibt diese Erde folgendermaßen: a) Spez. Gewicht 5,5, während das des ZrO_2 nur 4,3 beträgt. b) Norium wird durch Kaliumeisencyanid gefällt. c) Es ist löslich — im Gegensatz zur Zirkonerde — in einem Überschuß von Oxalsäure und Ammoniumoxalat. Bereits BERLIN, HERMANN und KNAP zeigten, daß die Beobachtungen SVANBERGS und SJÖGRENS nicht zutreffend sind, und MARIGNAC hat die Frage einer erneuten Untersuchung unterworfen. Ausgehend vom Mineral Zirkon stellte er die Verbindung K_2ZrF_6 dar und bestimmte deren Löslichkeit in Wasser. Dann unterwarf er die Verbindung einer mehrfachen Krystallisation und bestimmte die Löslichkeit des im Kopf verbliebenen Salzes. Wäre im Zirkon ein noch unbekanntes Element vorhanden, so müßte sich dessen Gegenwart in einer Verschiedenheit der gefundenen Löslichkeitswerte kundgeben. Der Versuch gab ein negatives Resultat.

Die vollständig richtigen Überlegungen MARIGNACS sprechen für seine geniale Intuition, daß er trotz dieser die zusammengesetzte Natur des Zirkons nicht entdeckt hat, ist ausschließlich der Unvollkommenheit seiner analytischen Methoden zuzuschreiben. Die Zirkonerde, von welcher er ausging, enthielt vermutlich etwa 2% Hafnium (s. S. 730), die nach mehrfacher Krystallisation des K_2ZrF_6 erhaltene gegen $^1/_2$%. Abgesehen von einem kleinen Unterschied in der molekularen Löslichkeit des K_2ZrF_6 und K_2HfF_6, verursacht die Gegenwart von 1% Hafniumerde in der Zirkonerde infolge des großen Unterschieds in ihrem Molekulargewichte nur einen Unterschied von 0,2% in der prozentischen Löslichkeit der Doppelfluoride, die von MARIGNAC bestimmt worden ist. Nun erreichte MARIGNAC bei seinen Bestimmungen nur eine Genauigkeit von etwa 1%, ferner wurde die Entdeckung des obengenannten geringen Unterschiedes sehr erschwert durch den großen Temperaturkoeffizienten der Löslichkeit des Doppelfluorides; der obengenannte Unterschied ist ja nicht größer als der Löslichkeitsunterschied, welcher eine Temperaturänderung von $^1/_{25}°$ hervorruft.

3. Nordenskjölds und Lindströms Präparate.

Durch die große Freundlichkeit von Professor AMINOFF und Professor BENEDICKS in Stockholm

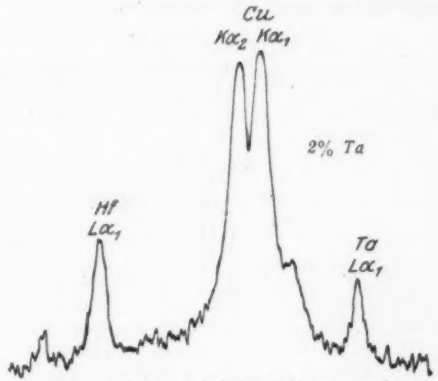


Fig. 4. ZrO_2 aus Wöhlerit (LINDSTRØM).

konnten wir eine aus Alvit von NORDENSKJÖLD gewonnene Zirkonerde, ferner Zirkonerden untersuchen, die LINDSTRØM aus Wöhlerit und aus Eudialyt gewonnen hatte. NORDENSKJÖLDS Präparat enthielt gegen 5% HfO_2. In den Präparaten LINDSTRØMS konnten wir 3 bzw. $1^1/_2$% nachweisen. Hätte NORDENSKJÖLD die Dichte der aus Alvit gewonnenen Zirkonerde mit der aus Katapleit gewonnenen verglichen, so hätte er vielleicht das Hafnium entdeckt. Er hat eine Anzahl Dichtemessungen[1]) ausgeführt, so bestimmte er die Dichte der aus Katapleit, aus Zirkon (Espahy) und aus Eudialyt abgeschiedenen Zirkonerde, unglücklicherweise jedoch nicht die des aus dem Alvit abgeschiedenen besonders hafniumreichen Zirkonoxyds.

Die uns zur Verfügung stehende Zirkonerde aus Alvit genügte nicht, um Dichtemessungen auszuführen, auch war das Material nicht ganz rein,

[1]) Vortrag an der Göttingener Tagung der Deutschen Bunsengesellschaft (1924).

[2]) Journ. of the Americ. chem. soc. **39**, 1598. 1917.

[3]) Über den Hafniumgehalt dieser Präparate vgl. die Abh. von VENABLE und BELL in der Augustnummer der Journ. of the Americ. chem. soc.

[1]) Pogg. Ann. **114**, 626. 1861. Der Gegenwart von 5% Hafniumerde in der Zirkonerde entspricht eine Dichteerhöhung von 0,20 Einheiten.

sie genügte jedoch zur Ausführung einer röntgenspektroskopischen Analyse, wobei die Anwesenheit geringer Mengen von Verunreinigungen nicht störend wirkt.

Die Entdeckung der Uneinheitlichkeit des Zirkons wurde, abgesehen vom oben erwähnten unglücklichen Zufall, dadurch erschwert, daß die Dichte der Zirkonerde je nach der Darstellungsmethode um mehrere Prozente variiert, und es deshalb notwendig gewesen wäre, die Dichte von genau auf dieselbe Weise dargestellten Proben zu vergleichen.

4. Rammelsbergs Zirkonerde.

Wir verdanken der Freundlichkeit des Herrn Professor MARCKWALD in Berlin eine von RAMMELSBERG aus Eudialyt abgeschiedene Zirkonerde. RAMMELSBERG hat sie vermutlich 1844 gelegentlich der Ausführung von Analysen[1]) des grönländischen Eudialyts gewonnen. In diesem Präparat fanden wir 2% Hafniumerde.

5. Weibulls Zirkonerde.

Die Untersuchung des Weibullschen Präparates, das uns Professor SMITH in Lund gütigst zur Verfügung stellte, hatte insofern großes Interesse, als

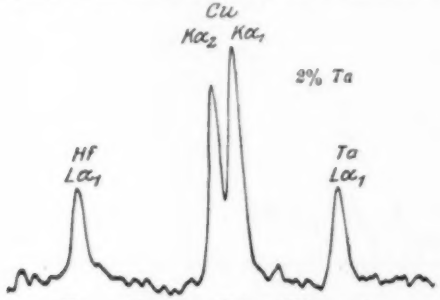


Fig. 5. ZrO_2 aus Zirkon (WEIBULL).

WEIBULL[2]) dieses Material zur Atomgewichtsbestimmung des Zirkons benützt hatte. Er hat sein Material hauptsächlich durch Krystallisation der Sulfate gereinigt[3]), und da bei dieser nach unserer Erfahrung eine nur ganz unbedeutende Trennung des Hafniums vom Zirkon erfolgt, war zu erwarten, daß WEIBULLS Präparat dasselbe Zr/Hf-Verhältnis aufweisen würde, wie die von ihm aufgearbeiteten Zirkone „verschiedenen Ursprungs". In guter Übereinstimmung mit dieser Folgerung fanden wir in WEIBULLS Zirkonerde gegen 2% HfO_2. WEIBULL hat bei Benützung der Sulfatmethode[3]) für das Atomgewicht des Zirkons 89,6, also einen um anderthalb Einheiten kleineren Wert als das wahre Atomgewicht des Zirkons, und einen um fast 3 Einheiten zu geringen Wert, falls man den Hafniumgehalt seines Präparates in Betracht zieht, gefunden. Die große Diskrepanz kann man kaum anders als durch die Unzuverlässigkeit der benützten Sulfatmethode erklären, die zu kleine Werte liefert; der dadurch bewirkte Fehler wurde allerdings durch den Hafniumgehalt des Präparates zum Teil kompensiert. Für die Ungenauigkeit der Sulfatmethode spricht auch, daß HAUSER[1]), der aus 12 verschiedenen Zirkonmineralien die Zirkonerde abgeschieden und deren Verbindungsgewicht nach der obengenannten Methode bestimmt hat, keinen Unterschied in ihrem Verbindungsgewichte finden konnte und daraus die Nichtexistenz einer der Zirkonerde ähnlichen noch unbekannten Erde in Zirkonmineralien folgerte.

Die im Handel befindlichen Zirkonpräparate, die wir untersucht haben, zeigten in den meisten Fällen einen Hafniumgehalt von $^1/_2$ bis 1% . Der niedrige Hafniumgehalt dieser Präparate erklärt sich durch den niedrigen Hafniumgehalt des Favas und des Zirkonsandes, die wegen ihrer leichteren Aufarbeitbarkeit nun so gut wie ausschließlich zur Zirkondarstellung verwendet werden. Die älteren aus Zirkonen (Silikaten) dargestellten Materiale zeigen dagegen einen durchweg höheren Hafniumgehalt.

Wir haben ferner eine Sammlung von Zirkonpräparaten auf ihren Hafniumgehalt untersucht, die uns Baron AUER VON WELSBACH gütigst geschenkt hatte. Einzelne dieser Präparate sind, wie er uns mitgeteilt hatte, sehr eingehenden Fraktionierungen unterworfen worden. Wir fanden einen durchschnittlichen Hafniumgehalt von etwa 2%, im schwächsten Präparate etwa $^1/_2$%; Proben, die aus Fergusonit und Euxenit entstammten, enthielten gegen 3% Hafnium.

Zusammenfassung.

Zirkonpräparate von JULIUS THOMSEN, MARIGNAC, NORDENSKJÖLD, LINDSTRØM, RAMMELSBERG, WEIBULL und anderen wurden untersucht. Alle enthielten Hafnium. Während MARIGNACS K_2ZrF_6, dessen Analyse von ihm zur Atomgewichtsbestimmung des Zirkons verwendet wurde, nur $^1/_2$% Hf aufwies, enthält WEIBULLS Atomgewichtspräparat gegen 2% Hf.

Daß das Vorhandensein eines doppelt so schweren Elementes im Zirkon auf Grund von Atomgewichtsbestimmungen nicht entdeckt wurde, wird durch die Unzulänglichkeit der bisher verwendeten Methoden erklärt. Daß die Entdeckung nicht auf Grund von Dichtemessungen der Zirkonerde erfolgt ist, ist zum Teil dem Umstande zuzuschreiben, daß die Dichte je nach der Herstellungsmethode des Oxyds recht variiert, zum andern Teil dem Umstand, daß NORDENSKJÖLD, der die Dichte verschiedener Zirkonerden bestimmte, gerade die Dichte der von ihm aus Alvit abgeschiedenen, gegen 5% Hafniumerde enthaltende Zirkonerde, zu bestimmen versäumt hat.

[1]) Vgl. Rammelsbergs Mineralogie. Leipzig 1860, S. 892.

[2]) Nach einer mündlichen Mitteilung des verstorbenen Prof. WEIBULL.

[3]) M. WEIBULL, Acta Univ. Lundensis **18**, 29. 1884.

[1]) Ber. d. dtsch. Chem. Ges. **43**, 1807. 1910.

Die Bisamratte als wirtschaftlicher Feind der Perlfischerei.

(Zur Aufklärung eines biologischen Irrtumes.)

Von H. PRELL, Tharandt.

Im Jahre 1906 ist es geglückt, die nordamerikanische Bisamratte (*Fiber zibethicus L.*) als neues Pelztier in Böhmen einzubürgern. Mit erstaunlicher Geschwindigkeit hat sich der Fremdling in dem ihm erschlossenen neuen Gebiete angesiedelt und ausgebreitet, und längst ist er über die böhmische Grenze nach Sachsen und Bayern, Thüringen und Preußen vorgedrungen. Bald zeigte es sich, daß die Bisamratte nicht nur ein harmloser Pelzlieferant ist, sondern daß sie sehr intensiv als Störenfried in das biologische Gleichgewicht ihrer neuen Heimat einzugreifen vermochte. So war aller Grund gegeben, sich genauer mit der Biologie dieses für unsere Fauna neuen Nagers zu befassen.

Nachdem die Einbürgerung in der Erwartung stattgefunden hatte, daß damit nur Nutzen gestiftet werde, lag es auf der Hand, daß der Rückschlag umso stärker war, als sich bald auch allerlei unliebsame Eigenschaften der Bisamratte herausstellten. Der Schaden, den ein neuer Einwanderer schafft, macht sich selbstverständlich sofort bemerkbar; Nutzen aus seiner Gegenwart zu ziehen, muß aber naturgemäß erst gelernt werden, und das erfordert einige Zeit. Weiter sind diejenigen Leute, welche aus dem Vorhandensein eines neuen Pelztieres Nutzen ziehen können, zunächst nicht stets dieselben wie diejenigen, welche durch seine Lebensweise geschädigt werden. Schließlich sind die Geschädigten diejenigen, deren Besitz und Erwerb schon lange anerkannt ist, während die Nutznießer sich als Vertreter eines neuen Erwerbszweiges erst durchsetzen müßten. Diese Sachlage führte dazu, daß die Klagen über die Bisamratte durchaus das Gesamturteil über dieselbe bestimmten, und daß an maßgebender Stelle in der Bisamratte eigentlich nur ein Feind erblickt wurde, der mit allen erdenklichen Mitteln zu bekämpfen sei.

Mit dem Aufkommen dieser Überzeugung aber mußte sich ein circulus vitiosus zu ungunsten der Bisamratte schließen. Man erschlug sie, wo man ihrer habhaft werden konnte, und vor allem, wann man ihrer habhaft werden konnte. Da sie in der Fortpflanzungszeit am unvorsichtigsten ist, wurde sie hauptsächlich dann, also im Frühjahr und Sommer, erlegt. Daß man damit weitgehend auch auf den Nutzen verzichtete, denn ein brauchbarer Pelz ist natürlich nur zu gewissen Jahreszeiten, am besten im frühen Winter, zu gewinnen, blieb ganz außer acht. Die Sage von der Minderwertigkeit des Pelzwerks europäischer Bisamratten, die aus diesem Grunde entstand, raubte dem Fremdling dann die letzten Sympathien.

Wenn nun irgendwer „anerkanntermaßen" ein Schädling ist, so wird er nur zu leicht für alles verantwortlich gemacht, was immer ihm in die Schuhe geschoben werden kann. Diese so beliebte Behandlungsweise scheint auch der Bisamratte widerfahren zu sein. In Gegenden, wo sie sich eingenistet hat, wird sie kurzerhand für allerlei Schäden verantwortlich gemacht, deren Ursachen man nicht genau kennt. Und statt den Beweis für ihre Urheberschaft zu führen, überläßt man es dem Zufall, später Bestätigung oder Widerlegung der Anschuldigung zu bringen.

In zweifacher Hinsicht kann die Bisamratte wirtschaftlich bedeutungsvoll werden, durch ihre Ernährung und durch ihren Wohnungsbau.

Es besteht kein Zweifel darüber, daß ein Tier von der Größe der Bisamratte (Gesamtlänge etwa 55—60 cm, wovon $^2/_3$ auf den Schwanz kommen) durch die Anlage ausgedehnter Gangsysteme im Erdreich sehr bösen Schaden tun kann. Die verschiedensten Kunstbauten, wie Eisenbahndämme und Straßenböschungen, Teichsperren und Flußdeiche, werden durch ihre Wühlarbeit auf das ernsteste gefährdet. Wo daher Schäden dieser Art drohen, ist ein Wort zugunsten der Bisamratte durchaus überflüssig.

Außerdem soll dann die Bisamratte auch durch ihren Nahrungserwerb den Menschen schädigen. In dieser Beziehung scheint es, als ob noch recht viele unzuverlässige Angaben als bare Münze hingenommen und weitergetragen würden, welche recht dringend der Widerlegung bedürfen. Insbesondere Verwechselungen mit der räuberischen Wanderratte haben der Bisamratte manchen unberechtigten Vorwurf eingetragen und die Vorstellungen von ihrer Biologie getrübt. Erweist sich doch sogar ein erheblicher Teil der als Bisamratten getöteten und eingelieferten Tiere als Wanderratten! Darüber hinaus werden ihr aber noch andere Schäden zugeschoben und oft gestattet es nur der Zufall, ihre Unschuld darzutun. Für einen konkreten Fall möge das im folgenden versucht werden.

Der Bau des Gebisses verweist die Bisamratte zu den vorwiegend Pflanzen fressenden Nagern. Daß sie ausgesprochen räuberisch lebt, wie oft behauptet wird, ist danach so gut wie ausgeschlossen. Es ist aber wohl nicht daran zu zweifeln, daß sie neben der Pflanzennahrung, die sie anscheinend in der Hauptsache zu sich nimmt, auch gelegentlich andersartige Nahrungsstoffe verzehrt. Zu dieser Gelegenheitsbeute gehören u. a. die großen Süßwassermuscheln.

Beobachtungen an gefangenen Tieren haben einwandfrei gezeigt, daß die Bisamratte Muscheln zu bewältigen versteht. Verwiesen sei hier nur auf die Angaben AUDUBONS, welche von HECK bei der Behandlung in BREHMS Tierleben referiert werden. Es fragt sich nun, ob aus solchen Einzelbeobachtungen weitere Schlüsse gezogen werden dürfen, und insbesondere, ob man berechtigt ist, die Bisamratte danach geradezu als Muschelfeind anzusprechen.

Die übliche Stellungnahme ist wohl die, daß

man sagt, die Bisamratte verzehre mit besonderer Vorliebe Muscheln und vermöge durch diese Angewohnheit eine gewisse praktische Bedeutung zu gewinnen. So gilt sie für einen gefährlichen Feind der Flußperlmuschel (*Margaritana margaritifera L.*), und auf Grund dieser Annahme wurde von ihrem Eindringen in das obere Elstertal eine ernste Gefährdung der vogtländischen Perlenindustrie befürchtet. Unter den Umständen ist es von einigem Wert, klar über das Verhältnis der Bisamratte zu den Süßwassermuscheln zu sehen.

In der Sammlung des Zoologischen Institutes an der Forstlichen Hochschule Tharandt befindet

Fig. 1. Angeblich von der Bisamratte geöffnete Flußperlmuscheln: „Belegstücke" für die Schädlichkeit der Bisamratte (phot. ULBRICH).

sich von früher her ein sehr schönes Demonstrationsobjekt zur Darstellung der Muschelvertilgung durch die Bisamratte. Es handelt sich um 4 Flußperlmuscheln, welche 1917 bei Budweis in Böhmen gesammelt wurden und denen die folgende Erläuterung beigegeben ist: „Von der Bisamratte (*Fib. zibethicus Cuv.*) stets an gleicher Stelle angefressene junge Flußperlmuscheln (*Margaritana*), Böhmen." Das beigegebene Photogramm zeigt diese 4 Perlmuscheln und läßt den einheitlichen Charakter ihrer Beschädigung sehr deutlich erkennen.

Meine Aufmerksamkeit wurde auf dieses Präparat gelenkt, als an mich die Frage gerichtet wurde, wie eine Bisamratte imstande sein sollte, durch die relativ kleine Öffnung in der Schale den Weichkörper der Muschel herauszuholen. In der Tat ist kaum verständlich, daß es einem größeren Feinde gelingen könnte, durch die Schalenöffnung dem Muscheltier beizukommen, insbesondere, da dasselbe doch durch seine mächtige Schalenmuskulatur noch festgehalten wird.

Bei genauerer Betrachtung stellte sich dann weiter heraus, daß die Ränder der Schalenöffnung keine ausgeprägten Nagespuren erkennen ließen. Der Erhaltungszustand der Muscheln aber ließ den Gedanken, früher vorhandene Nagespuren seien durch Einfluß des Wassers, also durch Korrosionserscheinungen, nachträglich verwischt, ohne weiteres beiseitelegen.

Dieses Verhalten ließ sofort ernste Zweifel an der Täterschaft der Bisamratte erwachen, wenn es auch schließlich möglich gewesen wäre, daß nach dem ersten Annagen die Schalen durch Aufbrechen weiter eröffnet worden wären. Der Verdacht konnte sich jetzt auf andere Tiere lenken, welche sehr gern Muschelschalen aufschlagen, wenn ihnen durch Senkung des Wasserspiegels dazu Gelegenheit geboten wird, nämlich auf Krähen. Daß Krähen auf vorübergehend trockengelegten Teichböden tüchtig unter den Muscheln aufräumen, ist bekannt. Demgegenüber mußte es völlig unvorstellbar erscheinen, weshalb die Krähen die Perlmuscheln gerade an einer bestimmten Stelle aufhacken sollten, was man sonst nie beobachten kann. Und überdies wäre es auch für Krähen nicht möglich gewesen, durch die Schalenöffnung den Muschelkörper herauszuziehen.

Die Beschaffenheit der Schalenränder am Rande des Loches ermöglichte die glatte Ablehnung der wiedergegebenen Vermutungen. Sie ließ jede Öffnung durch Bruch, sei es durch Einhacken oder sei es durch Aufbrechen, unmöglich erscheinen. Die Schalenränder waren nicht senkrecht zur Oberfläche der Schale gerichtete Bruchflächen, sondern stellenweise ganz flache Schnitte, welche in spitzem Winkel die Lamellen der Perlmutterschicht trafen. Nur durch Nagen oder einen dem Nagen ähnlichen Vorgang war ein solches Bild zu erreichen.

Das Nächstliegende ist manchmal das Unwahrscheinlichste, und so gehörte ein gewisser Entschluß dazu, die schönen, im Freien gefundenen und so sorglich aufbewahrten Muscheln als „Kunstprodukte" anzusprechen. Aber die Entscheidung ließ sich nicht vermeiden, da es völlig unmöglich war, die Öffnungsränder anders zu erklären, als durch den Schnitt mit einer scharfen, messerartigen Schneide, wie sie eben nur dem Menschen als Werkzeug zur Verfügung steht. Die Schalenbeschädigungen mußten demnach als Werk von Menschenhand angesehen werden.

Damit soll aber keineswegs gesagt sein, daß diese Artefakte etwa als Falsifikate anzusehen wären. Die Annahme, daß es sich etwa um den

Versuch eines Betruges handle, durfte vielmehr von Anfang an beiseite gelassen werden, denn schließlich hätte wohl kaum irgend jemand ein Interesse daran, durch gefälschtes Material Biologen zu täuschen und irrige Vorstellungen von der Lebensweise eines Tieres zu erwecken.

Die Zurückführung der Muschelbeschädigung auf den Menschen darf vielmehr selbst als biologische Feststellung gewertet werden. Sie muß daher, sit venia verbo, als ein Ausfluß der Biologie dieses Muschelfeindes eine Erklärung finden.

Süßwassermuscheln werden bei uns zwar nicht gegessen, aber sie werden doch vielfach gesammelt und als Fischfutter, insbesondere als Forellenfutter, verwendet. Zu diesem Zwecke werden die Muscheln in der Schale an ihren Bestimmungsort gebracht, und dort lagernde Schalenhaufen zeugen von dem Umfange und vor allem auch einwandfrei von der Art des Verbrauches. Um eine solche Art und Weise der Muschelnutzung handelt es sich bei dem untersuchten Material sicher nicht.

Die vorliegenden Muscheln sind nun nicht Süßwassermuscheln schlechthin, sondern Süßwasser*perl*muscheln. Als solche sind sie Objekte besonderen Wertes, die von den Menschen weniger wegen ihres Fleisches, als wegen ihres manchmal so kostbaren Inhaltes geschätzt werden. Hier tritt also eine andere Nutzungsmöglichkeit hinzu.

Vom Besitzer der mit Perlmuscheln besetzten Gewässer wird sorgfältig in bestimmten Zeitabständen der Muschelbestand auf das Vorhandensein von Perlen untersucht. Es ist bekannt, wie dabei die größtmögliche Schonung der Muscheln angewandt wird, um möglichst nur solche abzutöten, welche tatsächlich Perlen in ihrem Inneren bergen. Wie bei anderen Dingen, so ist aber auch bei der Perlenzucht daran zu denken, daß außer dem rechtmäßigen Besitzer auch gelegentlich fremde Eindringlinge für das wertvolle Zuchtmaterial Interesse haben. Daß diese dann keine Rücksicht für die Muscheln kennen, liegt auf der Hand.

Wenn man von der Annahme ausgeht, daß Perlendiebe es waren, welche die Perlmuscheln in so charakteristischer Weise geöffnet haben, so findet das vorliegende Bild der Muschelbeschädigung eine vollständige Erklärung.

Um die Muscheln öffnen und auf das Vorhandensein von Perlen untersuchen zu können, nahmen die Diebe die Muscheln in die linke Hand. Die bequemste Lage der Muschel ergibt sich dabei ganz von selbst. Mit dem in der rechten Hand gehaltenen Taschenmesser oder Knicker wurde dann die Schale angeschnitten, um an die Schalenmuskulatur heranzukommen. Jeder Versuch einer Wiederholung dieses Vorganges zeigt ohne weiteres, daß dann genau dieselbe Muschelbeschädigung entsteht, wie sie das im Freien erbeutete Material aufweist. Nach der Eröffnung des Binnenraumes konnte dann der Dieb leicht mit dem Messer in das Innere der Muschel hineinfahren und die beiden Schalenschließer durchtrennen. Die dann von selbst klaffende Muschelschale wurde ihres Inhaltes beraubt. Wenn dann schließlich der Weichkörper nach Durchsicht auf Perlen weggeworfen wurde, so verfaulte er irgendwo unbeachtet, während die Schalen als Zeugen des Vorganges übrigblieben.

So glaube ich, daß die künstlich geöffneten Perlmuscheln nichts anderes sind, als die mißdeuteten Spuren von Perlendiebstählen. Daß die Schuldigen kein Interesse daran hatten, die Herkunft der beschädigten Schalen aufzuklären, liegt auf der Hand. Viel eher konnten sie sich bewogen fühlen, die günstige Gelegenheit zu benutzen und den Verdacht auf die Täterschaft der Bisamratte zu unterstützen. Überraschend ist es nur, daß anscheinend diese Zusammenhänge bisher den Biographen der Bisamratte entgangen sind.

Mit dieser Ansicht läßt sich auch eine mir brieflich mitgeteilte Beobachtung gut in Einklang bringen, nämlich daß in der Tschecho-Slowakei nur die einheimischen, nicht aber die eingeführten sächsischen Perlmuscheln gefährdet und in der charakteristischen Weise beschädigt wurden. Wohl

Fig. 2. Tatsächliche Entstehungsweise der Muschelbeschädigung: Aufschneiden mit dem Messer durch Menschenhand (phot. HERPIG).

mag die vom Beobachter in den Vordergrund gestellte größere Dickschaligkeit der sächsischen Muscheln, welche angeblich gegen die Zerstörung durch die Bisamratte schützt, auch einen gewissen Schutz gegen das Messer des Perlendiebes bieten. Eine größere Bedeutung aber dürfte wohl die bessere Aufsicht gehabt haben, deren sich das wertvolle importierte Perlmuschelgut erfreute, und die einen Diebstahlsversuch weniger rätlich erscheinen ließ.

Um weitere Unterlagen über die Gefährlichkeit der Bisamratten für Süßwassermuscheln zu erlangen, habe ich mich an die verschiedensten Stellen gewandt. Leider konnte ich nirgends zuverlässige Auskunft erhalten. Nur durch das liebenswürdige Entgegenkommen des Herrn Prof. Dr. STEPÁN in Vodnán (Tschecho-Slowakei) gelangte ich in den Besitz zahlreicher Muscheln, welche aus den Burgen von Bisamratten stammten, und welche von dem Einsender selbst gesammelt waren. Es handelte sich dabei um *Margaritana margaritifera L.* (6. VIII. 1918 Blanice ober Husinetz), *Unio batavus Lam.* (6. VII. 1922 Blanice

bei Vodnany), *Unio tumidus* Retz (10. IV. 1924 Teich Zbudvosky bei Frauenburg), *Unio pictorum L.* (10. IV. 1924 Teich Bezdrew bei Frauenburg) und *Anodonta piscinalis* (10. IV. 1924 Teich Zbudvosky bei Frauenburg).

Alle diese Muschelschalen ließen nicht die geringste Andeutung einer Öffnung durch Aufnagen erkennen und wiesen auch keinerlei sonstige sichere Nagespuren auf, sondern waren nur teilweise stark vom Wasser korrodiert. Ich halte es für unmöglich, diese Schalen als die Reste von verzehrten Muscheln anzusprechen, sondern möchte annehmen, daß sie höchstens als Baustücke zur Errichtung der Winterburg mit herangeschleppt worden waren, wie so vielerlei andere Objekte auch. Es gelang somit nicht, irgendeinen Beleg für die Muschelräuberei der Bisamratte in freier Natur beizubringen, was ganz allgemein gegen eine ernstliche Bedeutung der Bisamratte als Muschelfeind sprechen dürfte.

Zusammenfassend darf man also wohl sagen, daß die Gefährdung der Süßwassermuscheln und insbesondere der Perlmuscheln durch die Bisamratte nicht allzu groß ist. Wie so oft, so hat sich auch diesmal herausgestellt, daß die Bisamratte für die Schäden anderer verantwortlich gemacht worden ist. Das Besondere in diesem Falle ist nur, daß der Mensch selbst der wahre Schuldige war.

Die Verteilungsfunktion der absoluten Leuchtkräfte.

Von P. TEN BRUGGENCATE, Göttingen.

Das Ziel der Stellarastronomie ist die Erforschung des gegenwärtigen Zustandes unseres Sternsystems. Das Ziel ist im wesentlichen erreicht, wenn es gelingt, zwei Funktionen ihrem Verlauf nach festzulegen. Die beiden Funktionen sind die Dichtefunktion und die Verteilungsfunktion der Leuchtkräfte. Die Dichtefunktion gibt an, wieviel Sterne von beliebiger Leuchtkraft sich in der Volumeinheit an einer beliebigen Stelle des Raumes befinden. Die Verteilungsfunktion der Leuchtkräfte bestimmt das *Mischungsverhältnis* der Sterne verschiedener Leuchtkraft an beliebigen Stellen des Raumes. Sie gibt also eine Antwort auf die Frage nach der Anzahl der Sterne einer bestimmten Leuchtkraft.

Ist diese Aufgabe gelöst, so entstehen die Fragen der Kosmogonie: wie ist dieses Sternsystem mit den durch die Dichtefunktion und die Funktion der Leuchtkräfte festgelegten Eigenschaften entstanden; bleibt es in seinem gegenwärtigen Zustande, oder, wenn nicht, wie verändert es sich? Zur Lösung dieser Fragen ist es notwendig, die räumlichen Geschwindigkeiten der Sterne mit in die Untersuchung zu ziehen. Es handelt sich um die Aufstellung einer dritten Funktion: der Verteilungsfunktion der Geschwindigkeiten.

Im wirklichen Sternsystem werden alle drei Funktionen nicht nur abhängen von der Entfernung von der Sonne, sondern auch von der Richtung, in welcher der gewählte Raumteil, von der Sonne aus gesehen, liegt. Wir sind weit davon entfernt, auch nur eine der drei Funktionen bei dieser allgemeinen Problemstellung festzulegen. Dazu ist das Beobachtungsmaterial viel zu gering. Und gerade deshalb sah man sich in den ersten Arbeiten dieser Art zu den weitestgehenden Idealisierungen veranlaßt. Für die Dichtefunktion wurde in den ersten Ansätzen Kugelsymmetrie angenommen: die Dichte ist nur abhängig von der Entfernung von der Sonne und unabhängig von der Richtung (d. h. vom gewählten Himmelsareal). Eine Gegend des Himmels ist festgelegt durch die galaktischen Koordinaten. Die Vernachlässigung der Abhängigkeit der Dichte von der galaktischen Breite bedeutet das Außerachtlassen der Milchstraßenebene als Symmetrieebene; die Vernachlässigung der galaktischen Länge bedeutet im wesentlichen die Nichtberücksichtigung der exzentrischen Stellung der Sonne. Bei der Verteilungsfunktion der absoluten Leuchtkräfte wurde eine noch größere Idealisierung vorgenommen: sie soll konstant sein im ganzen Sternsystem in bezug auf Entfernung von der Sonne und galaktische Koordinaten. In jedem beliebigen Raumteil des Sternsystems soll das gleiche Mischungsverhältnis der Sterne verschiedener Leuchtkraft vorhanden sein.

Die Aufgabe dieser Zeilen soll es sein, diese über die Verteilung der Leuchtkräfte gemachte Hypothese zu besprechen. — Bisher war man kaum in der Lage, die Hypothese auf ihre Richtigkeit zu prüfen. Erst durch das gewaltige Material an Sternspektren, das am Harvard-Observatorium im Henry Draper-Katalog gesammelt ist — der Katalog umfaßt etwas mehr als 225000 Sterne —, ist ein Fortschritt in dieser Richtung möglich geworden. Man kann für Sterne engerer Spektralbereiche eine durchschnittliche absolute Helligkeit angeben. Die Streuung der Leuchtkräfte der Sterne eines Bereichs um die durchschnittliche Leuchtkraft ist gering. Es ist deshalb möglich, für die Sterne eines bestimmten Spektralbereichs (z. B. die B-Sterne, die K-Riesen, die M-Riesen) die scheinbare Helligkeit als ein Maß für die Entfernung anzusehen.

Die ersten Arbeiten in dieser Richtung sind die Untersuchungen über die scheinbare und die räumliche Verteilung der B-Sterne, vor allem von CHARLIER und SHAPLEY. Das Ergebnis war die Entdeckung des lokalen Haufens der B-Sterne. Es hat sich gezeigt, daß zu diesem Haufen nahezu alle B-Sterne, verschiedene A-Sterne und eine große Anzahl von Sternen roter Spektraltypen gehören. Der Haufen ist stark abgeplattet, mit einem Achsenverhältnis von etwa 1 : 5; seine Symmetrieebene fällt nicht mit der Milchstraßenebene zusammen, sondern besitzt gegen diese eine Neigung von 12—15°. Die Neigung der Symmetrieebene gegen die galaktische Ebene weist auf eine Abhängigkeit der Verteilungsfunktion der absoluten Leuchtkräfte von den galaktischen Koordinaten hin. Die Tatsache, daß der Haufen der B-Sterne nur als ein *lokaler* anzu-

sehen ist mit einem Radius von etwa 400 ps, während die Grenze des Sternsystems nach v. SEELIGER in der Milchstraßenebene bei etwa 4000 ps liegt, schließt die Abhängigkeit der Verteilungsfunktion von der Entfernung von der Sonne in sich. Mit Hilfe des Materials des Henry Draper-Katalogs hat SHAPLEY die verschiedene Konzentration der Sterne der einzelnen Spektraltypen in galaktischer Breite studiert[1]). Seine gezeichneten Diagramme sind nicht ohne weiteres vergleichbar. Der Katalog ist vollständig für alle Sterne bis zur scheinbaren Größe $8^m,25$. Wegen der verschiedenen Leuchtkraft der Sterne verschiedener Typen reicht

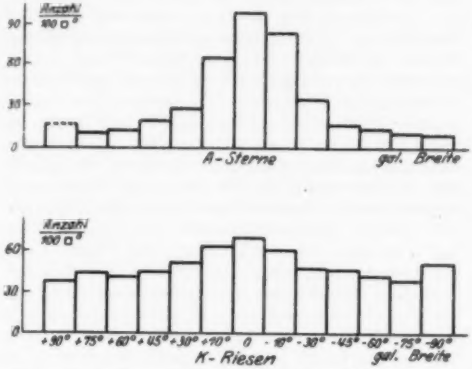


Fig. 1. Verteilung der A-Sterne und der K-Riesen nach galaktischer Breite. Abszissen: galaktische Breiten. Ordinaten: Anzahl Sterne pro 100 Quadratgrad.

deshalb die Vollständigkeit des Katalogs bei den B-Sternen bis etwa 880 parsecs, bei den G-Zwergen aber nur bis 70 parsecs. Vergleichbar sind die Diagramme für die A-Sterne und die K-Riesen (Vollständigkeit bis 350 ps). Und hier zeigt sich eine merkliche Verschiedenheit in der Konzentration gegen die Milchstraße, also wieder eine Abhängigkeit des Mischungsverhältnisses der Leuchtkräfte von der galaktischen Breite. Dies sind doch alles Anzeichen dafür, daß die Annahme einer konstanten Verteilungsfunktion der Leuchtkräfte für alle Teile des Sternsystems auch nicht in groben Zügen zutreffen kann.

Für spätere Arbeiten sind besonders die Untersuchungen von KAPTEYN über die Leuchtkraftfunktion wichtig geworden. KAPTEYN hat aus einem Material, das im wesentlichen die Sterne innerhalb einer Kugel von 10 ps Radius um die Sonne umfaßt, die Form der Verteilungsfunktion abgeleitet. Er fand, daß sich die *absoluten Größen*, also die *Logarithmen der Intensitäten* der Sterne der Umgebung der Sonne, genau nach einer Gaußschen Fehlerkurve verteilen, d. h. nach dem Gesetz des Zufalls um eine gewisse, am häufigsten vorkommende absolute Größe streuen. Und zwar schmiegen sich die statistisch gewonnenen Werte über einen Bereich von 18 Größenklassen mit großer Genauigkeit einer Fehlerkurve an. Diese erstaunliche Übereinstimmung führte KAPTEYN und v. RHIJN zur Vermutung[1]), es liege dieser merkwürdigen Verteilung der absoluten Leuchtkräfte ein Naturgesetz zugrunde; die nur für den aufsteigenden Ast bis zum Maximum abgeleitete Verteilungskurve sei deshalb auch richtig für den absteigenden Ast.

Die Folge dieser im Jahre 1920 ausgesprochenen Anschauung war eine Reihe von Arbeiten, die alle zum Ziele hatten, die Kapteynsche Kurve in verschiedenen Teilen des Systems zu prüfen. Ja man dehnte die Gültigkeit der Kapteynschen Funktion weit über das engere Sternsystem hinaus aus. Sie sollte auch gelten in begrenzten Ansammlungen von Sternen, wie den Milchstraßenwolken und den Sternhaufen. Es soll deshalb nun die Gültigkeit der Kapteynschen Kurve besprochen werden.

a) *Die Umgebung der Sonne.* Während KAPTEYNS Verteilungskurve einen Anstieg bis zu einem Maximum (der am häufigsten vorkommenden Helligkeit) und dann einen symmetrischen Abfall zeigt, fand LUYTEN[2]) für 104 Sterne der Umgebung der Sonne (innerhalb 10 ps) zuerst einen Anstieg der Häufigkeitskurve der absoluten Leuchtkräfte, dann einen scharfen Abfall zu einem Minimum,

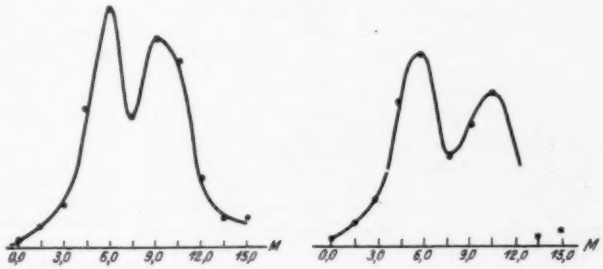


Fig. 2. Verteilungsfunktion der absoluten Leuchtkräfte in der Umgebung der Sonne. a) Die Komponenten von Doppelsternen einzeln gezählt. b) Doppelsternsysteme als ein Stern gezählt. Abszissen: Absolute Größen. Ordinaten: Anzahl der Sterne.

einen erneuten Anstieg zu nicht ganz der gleichen Höhe und wieder einen Abfall. Ob das Minimum reell ist, wollen wir dahingestellt sein lassen. Es gibt jedenfalls zu näherer Prüfung Anlaß. Das Maximum der Kapteynschen Kurve legt eine

[1]) SHAPLEY, The Scientific Monthly **18**, Nr. 5, S. 449.

[1]) KAPTEYN und v. RHIJN, Astrophys. Journ. **52**, S. 23.

[2]) LUYTEN, Harvard Annals **85**, Nr. 5.

Symmetrielinie fest, d. h. die Anzahl aller Sterne mit größerer Leuchtkraft als der am häufigsten vorkommenden ($+7^m,7$ bezogen auf $\pi = 0'',1$) ist genau so groß wie die Anzahl der Sterne mit schwächerer Leuchtkraft. Untersucht man diese, aus der Form der Kapteynschen Kurve folgende Eigenschaft bei den Sternen, die LUYTEN benutzt hat, so finden sich (mehrfache Sterne als ein Stern gezählt) 59 Sterne heller als $+7^m,7$ gegen 46 Sterne schwächer als $+7^m,7$. Beschränkt man sich auf die Sterne mit einer Entfernung kleiner als 5 ps von der Sonne, so ergeben sich[1]) 9 Sterne absolut heller als $+7^m,7$ und 22 Sterne schwächer als $+7^m,7$, wenn man bei Doppelsternen die Komponenten einzeln zählt, und 8 Sterne heller als $+7^m,7$ gegen 16 schwächer als $+7^m,7$, wenn die Doppelsterne als ein Stern gezählt werden. Als Verhältnisse erhält man $\frac{9}{22} = 0{,}41$ und $\frac{8}{16} = 0{,}5$ statt 1,0. Wir können nicht annehmen, daß unser Beobachtungsmaterial bis 5 ps oder gar bis 10 ps vollständig ist. Die Vervollständigung wird vor allem noch eine Vermehrung an schwachen Sternen bewirken, die zwischen 5 und 10 ps liegen, so daß die obigen 46 schwachen Sterne vielleicht (nach einer Schätzung von LUYTEN) nur 60% der Gesamtzahl von schwachen Sternen ausmachen.

Man erkennt daraus, daß in der Umgebung der Sonne der absteigende Ast der Kapteynschen Kurve, der die Sterne schwächer als $+7^m,7$ (absolut) umfaßt, sicher nicht richtig ist. Überhaupt zeigen alle neueren Untersuchungen immer wieder, wie ungeheuer die Zwergsterne die Riesensterne an Anzahl übertreffen. Nach Zählungen aus dem Henry Draper-Katalog[2]) sind in einer Million Kubiksternweiten enthalten an

M-Riesen	22	Sterne
K-Riesen	160	„
A-Sterne	250	„
B-Sterne	4,4	„
F-Zwerge	680	„
G-Zwerge	7600	„

und SHAPLEY bemerkt noch dazu, daß die Zahl der K- und M-Zwerge noch größer als die der G-Zwerge sei.

Kosmogonisch sind diese Zählungen sehr interessant. Sie deuten darauf hin, daß für unser engeres Sternsystem die Entwicklung der Sterne vom M-Riesen zum F-Zwerg zum größten Teil der Vergangenheit angehört. Die Zahlen zeigen weiter, daß nur wenig Sterne, mit ganz bestimmter Masse, den vorne im Russell-Diagramm stehenden B-Typus erreichen können; daß die große Mehrzahl der Sterne schon bei F und A in den Ast der Zwerge abbiegt.

b) *Die Milchstraßenwolken.* Die Untersuchung der Verteilungsfunktion der Leuchtkräfte in den hellen Milchstraßenwolken und den Sternhaufen gestaltet sich viel einfacher als in Gebieten des engern Sternsystems. Bei diesen Objekten kann man im allgemeinen annehmen, daß alle Sterne der Wolke oder der Haufen praktisch in der gleichen Entfernung von uns stehen. Die Verteilung der ***scheinbaren*** Helligkeiten bildet dann zugleich die Verteilung der ***absoluten*** Leuchtkräfte, abgesehen von einer Verschiebung der Kurve in der Richtung der Helligkeitsachse. Beim engern Sternsystem muß man, um die Häufigkeitskurve der Leuchtkräfte aufzustellen, von den ***scheinbaren*** Helligkeiten der Sterne übergehen auf die ***absoluten*** Helligkeiten, braucht also Parallaxenwerte. Umgekehrt läßt sich bei den Wolken- und Sternhaufen aus der konstanten Verschiebung auf die Parallaxe schließen.

PANNEKOEK hat im Jahre 1919 versucht, die Entfernung von Milchstraßenwolken auf direktem Wege abzuleiten[1]). Als Hypothese liegt seiner Methode die Gültigkeit der Kapteynschen Verteilungsfunktion in den Sternwolken der Milchstraße zugrunde. Seine damalige Arbeit führte zu enorm großen Distanzen: für die Cygnuswolke eine Entfernung von 40000 parsecs. Berechnet man aus der Verteilung der Sterne der Wolke nach Größenklassen, die man ja als durch die Kapteynsche Kurve der Leuchtkräfte gegeben ansieht, die scheinbare Gesamthelligkeit der Wolke[2]), so wird diese Helligkeit pro Quadratgrad gleich der Helligkeit eines Sternes der scheinbaren Größe $0^m,4$ bis $0^m,8$. Die beobachtete scheinbare Gesamthelligkeit der Wolke entspricht aber der Helligkeit eines Sternes der Größe $4^m,0$. Man schließt hieraus mit Recht, daß die Helligkeiten der Sterne der Cygnuswolke sich ***nicht*** nach der Kapteynschen Häufigkeitskurve der Leuchtkräfte, wie sie für die Umgebung der Sonne gelten soll, verteilen. In einer späteren Arbeit[3]) hat PANNEKOEK eine ganz andere, interessante Methode angewandt, um das Verteilungsgesetz der Leuchtkräfte in Milchstraßenwolken und Sternhaufen mit dem Kapteynschen Gesetz vergleichen zu können. Ist A_m die Anzahl Sterne in einem Haufen mit der scheinbaren Größe m, h_m ihre scheinbare Helligkeit, so gibt das Produkt $h_m A_m$ die scheinbare Gesamthelligkeit aller Sterne der Größe m. Man kann nun die scheinbare Gesamthelligkeit des Haufens ausdrücken als ein Vielfaches der Helligkeit aller Sterne des Haufens von einer beliebigen Größe m. Die Größe des Faktors, mit welchem $h_m A_m$ zu multiplizieren ist, um H, die scheinbare Gesamthelligkeit des Haufens, zu geben, hängt natürlich ab von der Größe des Produkts $h_m A_m$. Verteilen sich die scheinbaren Sterngrößen in einer Wolke oder einem Haufen nach einem Gaußschen Fehlergesetz, so läßt sich zeigen, daß das Produkt $h_m A_m$ zunächst zunimmt, von den hellsten Sternen ausgehend bei wachsendem m (abnehmender Helligkeit), bis es für eine gewisse Größenklasse (m_1) einen Maxi-

[1]) KIENLE, Astr. Nachr. **218**, S. 119.
[2]) SHAPLEY, l. c.

[1]) PANNEKOEK, Monthly Notices **79**, S. 500.
[2]) KOPFF, Astron. Nachr. **216**, S. 325.
[3]) PANNEKOEK, Bull. Astr. Inst. of the Netherlands **2**, Nr. 42.

malwert erreicht. Wächst m über m_1 hinaus, so nimmt das Produkt wieder ab. Die Anzahl der Sterne dieser schwächeren Helligkeiten wächst nicht in dem Maß, um die Abnahme der scheinbaren Helligkeit ausgleichen zu können. Die am meisten zur scheinbaren Gesamthelligkeit beitragende Größe liegt stets vor m_0, der unter den Sternen des Haufens am häufigsten vorkommenden Größe, also stets auf dem aufsteigenden Ast der Leuchtkräfte. Der Verlauf des Multiplikationsfaktors (F) wird gerade der umgekehrte sein wie der Verlauf der Produkte $h_m A_m$. Solange (bei zunehmenden m) $m < m_1$ ist, wird (da $h_m A_m$ zunimmt) F monoton abnehmen, für $m = m_1$ ein Minimum erreichen und von dort an für $m > m_1$ wieder monoton wachsen. $F_{\text{Min.}}$ hängt in einfacher Weise mit der Streuung der Gaußschen Kurve zusammen. Je kleiner $F_{\text{Min.}}$ ist, desto kleiner ist auch die Streuung. Als Beispiel für die Größe der angeführten Werte sei die Kapteynsche Kurve für die Umgebung der Sonne gewählt. Für diese ist M_0 (die am häufigsten vorkommende absolute Größe) gleich $+7^{\text{m}},7$; M_1 (die am meisten zur Gesamthelligkeit beitragende absolute Größe) gleich $+1^{\text{m}},9$, also 5,8 Klassen heller als M_0; endlich ist $F_{\text{Min.}} = 6,3$.

Wie gestaltet sich nun im einzelnen Fall der Vergleich des Verteilungsgesetzes der scheinbaren Größen der Sterne eines Haufens mit der Kapteynschen Verteilungsfunktion? Die Beobachtungen liefern H und $h_m A_m$. Man kann hieraus für verschiedene m die Werte F rechnen. Aus der Lage von $F_{\text{Min.}}$ erkennt man die Größe von m_1. Aus dem Wert von $F_{\text{Min.}}$ läßt sich die Streuung berechnen, und diese bestimmt ihrerseits wieder die Lage von m_0 gegen m_1.

PANNEKOEK hat diesen Vergleich durchgeführt bei der kleinen Magelhaenischen Wolke. Er fand die folgenden Werte:

m	11,5	12,0	12,5	13,0	13,5	14,0	14,5
F	8,8	7,6	6,6	5,9	6,6	8,2	9,4

d. h. z. B. die scheinbare Gesamthelligkeit der Wolke ist 7,6 mal so groß als die Gesamthelligkeit der in der Wolke enthaltenen Sterne der Größe $12^{\text{m}},0$. Man hat $F_{\text{Min.}} = 5,9$ (KAPTEYN 6,3), $m_1 = 13,0$. In dem betrachteten Bereich von 3 Größenklassen verteilen sich somit die scheinbaren Größen der Wolkensterne nach einer Kapteynschen Kurve mit einer nur etwas kleineren Streuung. Setzt man Indentität der beiden Kurven voraus, so läßt sich die Parallaxe der Wolke finden, indem man die scheinbare, am meisten beitragende Größe m_1 identifiziert mit der absoluten Größe $M_1 = +1^{\text{m}},9$. Dies liefert für die Wolke eine Parallaxe von $0'',0008$. SHAPLEY fand auf Grund der kurzperiodischen Cepheiden, die die Wolke enthält, eine 16fach größere Entfernung: $\pi = 0'',00005$. Wo liegt hier die Lösung des Widerspruches? Geht man in der obigen Tabelle noch um $0^{\text{m}},5$ Größenklassen weiter, so findet man (der letzte Wert, den PANNEKOEK angibt), daß zu $m = 15,0$ der Wert $F = 8,8$ gehört. D. h. *F ist nicht für alle $m > m_1$ eine monoton wachsende* Funktion, wie es sein muß, wenn sich *alle* Sterne der Wolke nach der Kapteynschen Kurve verteilen. Die erneute Abnahme von F nach $14^{\text{m}},5$ kann nicht herrühren von einer Unvollständigkeit der Zählungen bei schwächeren Sternen. Denn die Anzahl der Sterne der Größe $15^{\text{m}},0$ ist *größer*, als es die Kapteynsche Kurve erfordern würde. Aus dem Verlauf der F ist einfach zu schließen, daß auch die Häufigkeitskurve der Helligkeiten in der kleinen Magelhaenischen Wolke ein *sekundäres* Maximum aufweist, genau so, wie dies nach SHAPLEY bei den Kugelsternhaufen der Fall ist. Dieser Schluß wird noch dadurch bestätigt, daß die Veränderlichen in der Wolke, nach ihrer scheinbaren Helligkeit, genau in den von PANNEKOEK benutzten Bereich der Helligkeiten fallen, also auch hier zur Verstärkung des sekundären Maximums beitragen.

Interessant sind noch PANNEKOEKS Ergebnisse für die Cygnus- und die Aquila-Sagitta-Wolke. Hier findet er für die

Cygnus-Wolke		Aquila-Sagitta-Wolke
F	m	F
22	12,0	18
7	13,0	5,5
3,1	14,0	1,7

Rechnet man die Gesamthelligkeit der Sterne der Wolken von der 12. bis zur 14. Größe in Bruchteilen der Gesamthelligkeit der Wolke, so findet sich für die

$$\text{C.-W.}: \frac{1}{22} + \frac{1}{7} + \frac{1}{3,1} = 0,51,$$

$$\text{A.-S.-W.}: \frac{1}{18} + \frac{1}{5,5} + \frac{1}{1,7} = 0,83.$$

Besonders in der A.-S.-Wolke kann es daher nur noch eine verhältnismäßig sehr geringe Anzahl von Sternen geben, die schwächer sind als $14^{\text{m}},0$. Bei beiden Wolken erkennt man die äußerst geringe Streuung der Sterne nach Helligkeiten. Alle Sterne liegen in einem Bereich, der 5—6 Größenklassen kaum übersteigt. Die Kapteynsche Kurve für die Umgebung der Sonne jedoch zeigt schon allein auf ihrem *aufsteigenden* Ast eine Streuung über 15 Größenklassen. Genau dieselbe Erscheinung tritt auch bei den offenen Sternhaufen auf.

c) *Die Sternhaufen.* In PANNEKOEKS Untersuchungen von Sternhaufen scheinen mir besonders beachtenswert die Ergebnisse zu sein, die er für die offenen Haufen Messier 37, 11 und 35 erhalten hat. Ich gebe hier für die 3 Haufen die Werte für $F_{\text{Min.}}$ an. Er findet für

Messier 37: $F_{\text{Min.}} = 2,6$
„ 11: „ $= 2,7$
„ 35: „ $= 4,5$

Läge in den offenen Haufen eine Verteilung nach einer Kapteynschen Kurve vor, so müßte $F_{\text{Min.}} = 6{,}3$ sein. Die viel kleineren Werte von $F_{\text{Min.}}$ deuten auf eine viel kleinere Streuung hin, ebenso wie bei den Milchstraßenwolken. Diese Erscheinung ist durchaus verständlich, wenn wir annehmen, daß die Haufensterne gleiches Alter besitzen. Denn eine Gruppe gleich alter Sterne wird stets eine viel geringere Streuung der Leuchtkraft ihrer Sterne um einen Mittelwert zeigen wie Sterne ganz verschiedenen Alters, die sich nur zufällig in der Sonnenumgebung befinden und dadurch die Kapteynsche Kurve ergeben haben. Von den 3 Haufen M 37, 11 und 35 ist der letzte die offenste Sterngruppe. Bei ihr wird sich der Einfluß der Vorder- und Hintergrundsterne am meisten störend bemerkbar machen. Da für diese ein gleiches Alter nicht zutrifft, so ist die größere Streuung bei M 35 gegenüber M 37 und M 11 verständlich. Diese Erklärung der geringen Streuung ist vielleicht einleuchtender — um so mehr, als sie gestützt wird durch Betrachtungen auf Grund von Russell-Diagrammen von Sternhaufen — als die Pannekoeksche Erklärung mit Hilfe eines Gleichgewichtszustandes zwischen Haufen und Umgebung.

Auch SCHOUTEN hat versucht, Parallaxen von Sternhaufen mit Hilfe des Kapteynschen Verteilungsgesetzes abzuleiten[1]). Das Wesen seiner Methode beruht darauf, ein Stück aus der Häufigkeitskurve der scheinbaren Helligkeiten der Haufensterne einzupassen in den Verlauf der Kapteynschen Kurve. Dies gelingt ihm durch Aufsuchen der Stellen gleich steilen Anstiegs in den aufsteigenden Ästen der zu vergleichenden Kurven. Da sich aber, auch durch Glätten der gezählten Sternzahlen, das bei den kugelförmigen Haufen auftretende sekundäre Maximum nie ganz eliminieren läßt, so erhält man stets in der Kurve der scheinbaren Helligkeiten einen zu steilen Anstieg. Dies bewirkt eine Verfälschung der Parallaxen: man erhält durchweg zu kleine Entfernungen, weil die Steilheit des Anstiegs eine größere Nähe des Maximums vortäuscht.

Sorgfältiges Glätten der Sternzahlen kann zwar bessere Parallaxen liefern; ein Beispiel dafür ist KOPFFS Parallaxe für Messier 13 [0″,0003[2])]. Aber die auf der Hypothese der Gültigkeit der Kapteynschen Funktion — wenigstens im aufsteigenden Ast — beruhenden Methoden der Parallaxenbestimmung versagen eben deswegen, weil es unmöglich ist, die Zählungen so weit auszudehnen, daß ein genügend großes Stück der Verteilungskurve *nach* dem sekundären Maximum mit der Kapteynschen Kurve verglichen werden kann. Wie die Häufigkeitskurve für M 13 zeigt, liegen bei diesem Haufen die Verhältnisse im Vergleich zu M 5 oder M 3 besonders günstig: das sekundäre Maximum ist klein, und außerdem liegt *nach* dem Maximum noch ein großes Stück der Kurve vor (wenn man die Zählungen, wie SHAPLEY es getan hat, bis zur Größe 22^m,0 ausdehnt). Aber gerade dieses Stück der Verteilungskurve der scheinbaren Helligkeiten in Messier 13 zeigt eine starke Abweichung vom Kapteynschen Ge-

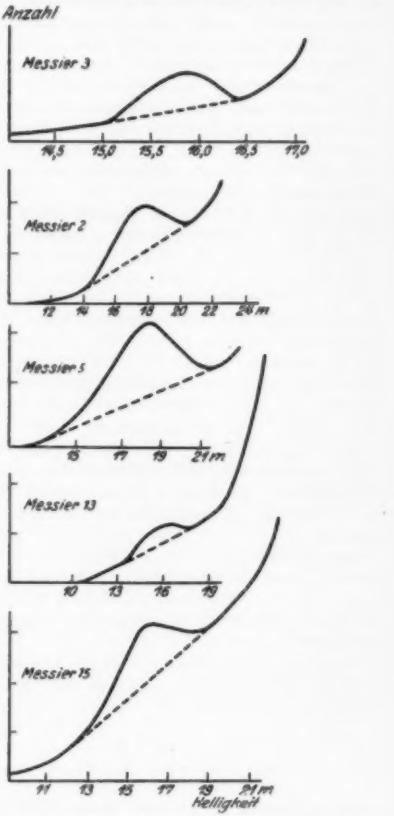


Fig. 3. Verteilungsfunktion der Leuchtkräfte in Kugelsternhaufen. Abszissen: scheinbare Helligkeiten. Ordinaten: Anzahl der Sterne.

setz[1]). Der Vergleich zwischen den Abzählungen und KAPTEYNS Kurve ist in der folgenden Tabelle enthalten.

Anzahl schwacher Sterne bei M 13.

Scheinb. Helligkeit	Abzählung	Nach Kapteyn	Überschuß
bis 17,3	2046	2076	—
19	9150	5670	61%
20	14 028	8696	61%
21	—	11 980	—

Nicht nur in den konzentrierten Kugelhaufen, sondern auch in den offensten Sterngruppen zeigt sich eine Abweichung der Verteilungsfunktion

[1]) SCHOUTEN, Astr. Nachr. **208**, S. 317.
[2]) KOPFF, Astr. Nachr. **219**, S. 311.

[1]) KOPFF, l. c.

der Leuchtkräfte vom Kapteynschen Gesetz, wie TRÜMPLER[1]) gezeigt hat. Wir geben hier seine Ergebnisse für h Persei wieder.

Anzahl Sterne von $6^m,0$—$17^m,0$ in h Persei.

m	Zählung	Kapteyn	Diff.	m	Zählung	Kapteyn	Diff.
6,0	0	0	0	12	49	83	− 34
7,0	5	1	+ 4	13	100	165	− 65
8,0	4	3	+ 1	14	147	219	− 72
9	11	8	+ 3	15	268	270	− 2
10	39	25	+ 14	16	425	282	+ 143
11	57	74	− 17	17	522	270	+ 252
12							

In h Persei scheint die Streuung der Haufensterne größer zu sein als bei der Kapteynschen Kurve.

Die Annahme einer universellen Gültigkeit des Kapteynschen Gesetzes ist durch die besprochenen Arbeiten widerlegt worden. *Es ist nicht erlaubt, das aus Sternen der Sonnenumgebung gewonnene Verteilungsgesetz zu übertragen auf begrenzte Sterngruppen, wie die Wolken der Milchstraße und die Sternhaufen.*

Der Gedanke, mit Hilfe des Kapteynschen Verteilungsgesetzes Parallaxen von Sternhaufen zu gewinnen, und zwar für die konzentrierten Kugelhaufen ebenso wie für die offeneren und offensten Sterngruppen, wie ihn SCHOUTEN durchgeführt hat (er bestimmt unter anderem die Parallaxen von *M* 3, 13, 11, 37, 67, *h* und *χ*-Persei sowie für Praesepe), verkennt völlig die Abhängigkeit der Verteilungsfunktion von der Zeit. Man kann unmöglich in allen Haufen das gleiche Verteilungsgesetz erwarten, wo doch die verschiedenen Haufen von ganz verschiedenem Alter sind. Kommt z. B. einer jungen Sterngruppe ein Kapteynsches Verteilungsgesetz zu, so wird sich dieses niemals mit der Zeit erhalten; entwickeln sich doch die Riesensterne mit ganz verschiedener Geschwindigkeit zu Zwergsternen. Nimmt auch die Entwicklung vom *M*-Riesen zum *F*-Zwerg eine enorme Zeit in Anspruch, so ist doch in unserem Falle die Zeitdauer ganz nebensächlich. Wir haben Haufen von ganz verschiedenem Alter vor uns, und zwar von so verschiedenem Alter, daß in der Verteilung der Helligkeiten ein merklicher Unterschied besteht (z. B. M 3 und M 11).

Die Kapteynsche Verteilungsfunktion gibt eben nur eine formal richtige Darstellung der Verteilung der Leuchtkräfte auf dem aufsteigenden Ast, wie sie sich zufällig in der Umgebung der Sonne vorfindet. Irgendeinen physikalischen Grund für diese Verteilung können wir nicht angeben. Es ist überhaupt sehr merkwürdig, daß sich bei allen Verteilungsgesetzen immer die *Logarithmen der Argumente* und *nicht diese selbst* nach einer Fehlerkurve verteilen. Beim Verteilungsgesetz der Leuchtkräfte[1]) ist es $\log J$, bei dem der Geschwindigkeiten[1]) $\log V$, bei dem der Massen[2]) $\log M$.

[1]) TRÜMPLER, Publ. Allegheny Obs. **6**, Nr. 4.

[1]) SCHWARZSCHILD, Astr. Nachr. **190**, S. 367.
[2]) LUYTEN, Harvard Annals **85**, Nr. 5, S. 83, Fig. 5.

Zuschriften und vorläufige Mitteilungen.

Zur Frage der theoretischen Deutung der Satelliten einiger Spektrallinien und ihrer Beeinflussung durch magnetische Felder.

Es ist eine den Spektroskopikern seit langem bekannte Tatsache, daß viele Spektrallinien, namentlich bei Elementen höherer Atomnummer, aus einer größeren Zahl von Einzelkomponenten, sogenannten Satelliten, bestehen, deren Abstand in Wellenzahlen der Größenordnung nach im Durchschnitt ungefähr 0,5 cm^{-1} beträgt. In dem üblichen Serienschema werden nun die Spektralterme eines Termsystems außer in die verschiedenen, durch die Quantenzahlen *n* und *k* klassifizierten Termserien nur noch in die in letzter Zeit vielfach diskutierten, durch die dritte Quantenzahl *j* charakterisierten Multiplets eingeteilt. Die Satelliten, die neben dieser gewöhnlichen Komplexstruktur noch eine Art von Hyperfeinstruktur darstellen, haben in diesem Serienschema keinen Platz. Es scheint auch sehr schwierig, diese Hyperfeinstruktur auf Grund der Quantentheorie des Atombaues als Folge der Wechselwirkung der Elektronen des Atoms zu erklären. Gemäß dem Korrespondenzprinzip deutet man nämlich das Vorhandensein der drei Quantenzahlen *n*, *k*, *j* mit den zugehörigen bekannten Auswahlregeln durch die Vorstellung, daß das Serienelektron eine präzessierende Zentralbahn beschreibt, in deren Fourierzerlegung entsprechend den drei Freiheitsgraden des Serienelektrons gerade drei Grundfrequenzen auftreten. Auch sprechen verschiedene systematische Gründe dafür, die Konfiguration der inneren Elektronengruppen des Atoms in den normalen Spektralserien als vollständig bestimmt anzunehmen, so daß es unbefriedigend wäre, die Satelliten auf eine Anzahl von Zuständen dieser Elektronengruppen mit nur wenig verschiedenen Energiewerten zurückzuführen. Andererseits fordert das Auftreten der Hyperfeinstruktur zufolge des Korrespondenzprinzips das Vorhandensein von mindestens einer weiteren Grundfrequenz in der Fourierzerlegung der Bewegung des Serienelektrons, die überdies von der verhältnismäßig sehr kleinen Größenordnung der Schwingungszahldifferenz der Satelliten einer Spektrallinie sein muß.

Kürzlich ist nun das Auftreten der Satelliten von NAGAOKA und seinen Mitarbeitern[1]), denen man die systematische Ausdehnung der Satellitenmessungen ins ultraviolette Gebiet und speziell bei Quecksilber ein umfangreiches, wertvolles Beobachtungsmaterial verdankt, mit dem Vorhandensein von verschiedenen Isotopen eines Elementes unter Zugrundelegung von speziellen Vorstellungen über den Kernbau in Verbindung gebracht worden. Ohne diese speziellen Vorstellungen und die besonderen Ansichten dieser

[1]) H. NAGAOKA, Y. SUGIURA und T. MISHIMA, Japanese Journ. of Physics, **2**, 121, 1923; Nature **113**, 459, 1924. H. NAGAOKA und Y. SUGIURA, Japanese Journ. of Physics **2**, 167, 1923.

Verfasser über den Zusammenhang der Satelliten mit den verschiedenen Isotopen eines Elementes sowie deren formelmäßige Darstellung der Abstände gewisser Satelliten für hinreichend begründet zu halten[1]), wollen wir hier den Gedanken NAGAOKAS und seiner Mitarbeiter versuchsweise in der allgemeinen Fassung aufnehmen, *daß die Satelliten in dem zusammengesetzten Bau des Kernes und den davon herrührenden Abweichungen des Kernkraftfeldes vom Coulombschen Feld ihre Entstehungsursache haben.* Wir wollen überdies (als einzige hier eingeführte besondere Annahme über den Kernbau) voraussetzen, daß der Kern (von etwaigen speziellen Ausnahmefällen abgesehen) ein nicht verschwindendes resultierendes Impulsmoment besitzt. Dann müssen sich das Kerngebäude und das System der Außenelektronen, (dessen Teile ja infolge der viel stärkeren Wechselwirkung der Elektronen untereinander und der Quantenbedingungen als fest gegeneinander orientiert anzusehen sind), infolge der zwischen ihnen herrschenden Wechselwirkungskräfte in verschiedenen, quantenmäßig bestimmten Orientierungen gegeneinander einstellen. Hierbei werden sich der Kernimpuls und der durch die Quantenzahl j bestimmte Gesamtimpuls der Außenelektronen zu bestimmten, gequantelten Werten des resultierenden Impulsmomentes des ganzen Atoms zusammensetzen.

Die Aufspaltung der Spektrallinien in die Satelliten käme dann energisch durch die *Verschiedenheit der Wechselwirkungsenergie zwischen Kern und Außenelektronen in diesen verschiedenen Orientierungen* zustande. Korrespondenzmäßig würde die Aufspaltung in die Satelliten bedingt durch die neue Frequenz (oder die neuen Frequenzen) in der Fourierzerlegung der Bewegung des Serienelektrons, die von der *Relativbewegung des ganzen Systems der Außenelektronen zum Kerngebäude* herrührt. (Eine interessante, aus den vorliegenden Beobachtungen noch nicht entscheidbare Frage ist dabei, ob diese Relativbewegung, analog wie bei der gewöhnlichen Komplexstruktur, einfach in einer gleichförmigen Präzession besteht.)

Durch diese Vorstellung scheint nicht nur die Schwierigkeit, die Satelliten überhaupt theoretisch zu deuten, beseitigt, sondern man versteht auch, daß die Satelliten nur bei Elementen höherer Atomnummer vorkommen, da ja bei kleinen Atomnummern die Abweichung der Wechselwirkungsenergie zwischen Kern und Außenelektronen vom Coulombschen Potential zu gering sein wird, als daß sie praktisch in Erscheinung treten könnte. Auch ist mit unserer Vorstellung in Einklang, daß bei homologen Spektrallinien chemisch ähnlicher Elemente, wie z. B. bei Hg und Cd, die Anzahl der Satelliten oft recht verschieden zu sein scheint. Um die Möglichkeit unserer Auffassung darzutun, müssen wir noch zeigen, daß der zusammengesetzte Bau des Kernes überhaupt zu Effekten der empirisch festgestellten Größenordnung Anlaß geben und nicht etwa nur zu viel kleineren Aufspaltungen als den beobachteten führen kann. Dieser Nachweis läßt sich leicht durch eine Überschlagsrechnung erbringen, wenn man als den größten Posten der in Rede stehenden Wechselwirkungsenergie die Energie zwischen Kerngebäude und K-Schale in verschiedenen relativen Orientierungen abschätzt. Setzt man die K-Schale als wasserstoffähnlich und das Kerngebäude als elektrischen Quadrupol mit dem Moment $e\,d^2$, e = Elektronenladung, $d = 10^{-13}$ cm an, so erhält man schon für die Atomnummer $Z = 30$ Aufspaltungen der verlangten Größenordnung. Für hohe Atomnummern würden sich nach dieser einfachen Abschätzung sogar beträchtlich zu große Aufspaltungen ergeben. Da jedoch sowohl der Kern wie die K-Schale sich in Wirklichkeit in dynamischer Hinsicht viel zentralsymmetrischer verhalten können, als nach einer solchen einfachen Abschätzung zu erwarten wäre, fällt dies wohl nicht allzu schwer ins Gewicht. Im Fall hoher Atomnummern muß übrigens auch das Valenzelektron, das ja nach BOHR in manchen Quantenzuständen des Atoms, wenn auch nur in sehr kurzen Zeitintervallen, dem Kern sehr nahe kommt, bei der Energiebilanz berücksichtigt werden[1]).

Es sei besonders betont, daß, selbst wenn die angegebene Auffassung der Satelliten im Prinzip das Richtige treffen sollte, sie wahrscheinlich nur ein gegenüber der Wirklichkeit vereinfachtes Schema darstellt. Weitere komplizierende Umstände können in verschiedener Weise hinzutreten, und als solche können auch die von NAGAOKA in Betracht gezogenen verschiedenen Isotropen eines Elementes eine Rolle spielen, bei deren Vorhandensein die Anzahl der Satellitkomponenten möglicherweise stark vergrößert werden könnte. Die Wechselwirkungsenergie zwischen dem Kerngebäude und den Außenelektronen bleibt aber stets wesentlich.

Wir wollen nun überlegen, was wir nach unseren Vorstellungen für das *Verhalten der Satelliten unter der Einwirkung von äußeren magnetischen Feldern* theoretisch erwarten müssen. Solange das Magnetfeld hinreichend schwach ist, wird es zunächst die relative Orientierung vom System der Außenelektronen und dem Kerngebäude noch nicht verändern können, das Atom wird sich als Ganzes im Magnetfeld einstellen, mit einer Anzahl von Einstellungsmöglichkeiten, die seinem Gesamtimpulsmoment entspricht. Die Größe der in diesem Fall in der Feldstärke linearen Zeemanaufspaltung wird nun durch den Quotient von magnetischem und Impulsmoment des Atoms bestimmt. Da zu diesem in unserem Fall auch die schweren Massen des Kernes beitragen, ist daher hier (im Gegensatz zum Fall der gewöhnlichen Multipletstruktur) schon auf Grund der gewöhnlichen Mechanik und Elektrodynamik und der bekannten Prinzipien der Quantentheorie der bedingt periodischen Systeme ein anomaler, von demjenigen der gewöhnlichen Komplexstruktur überdies verschiedener, Zeemantypus zu erwarten. Bei anwachsendem Feld haben wir jedoch bald eine starke Veränderung dieses Typus zu erwarten infolge des Wettstreites zwischen den orientierenden Kräften des äußeren Magnetfeldes und den Wechselwirkungskräften zwischen Kerngebäude und Außenelektronen. Und wenn das Magnetfeld so stark geworden ist, daß die Zeemanaufspaltung groß ist gegenüber den ursprünglichen Satellitenabständen, werden die Wechselwirkungskräfte zwischen Außenelektronen und Kerngebäude von den Kräften des äußeren Magnetfeldes vollständig überwunden werden, und jedes Einzelsystem wird sich für sich im Magnetfeld so einstellen, als ob das andere gar nicht vorhanden wäre. Auch werden dann nur solche mit Ausstrahlung verbundene Quantensprünge mit merklicher Häufigkeit vorkommen, bei denen die Orientierung des Kernes zum äußeren Magnetfeld unverändert bleibt. Dies alles ist ja dem Paschen-Back-Effekt bei der gewöhnlichen Multipletstruktur völlig analog. Der schließlich resultierende Zeemantypus wird in unserem Fall natürlich derjenige sein müssen, der, ganz abgesehen von der Kernstruktur, zu der betreffenden Multiplet-

[1]) Vgl. hierzu C. RUNGE, Nature **113**, 781, 1924.

[1]) Vgl. N. BOHR, Nature vom 10. Juni 1922.

linie gehört, so wie er in letzter Zeit vielfach erörtert wurde.

Zusammenfassend können wir also sagen: *Gemäß den über den Ursprung der Satelliten gemachten Annahmen müssen diese in einem äußeren Magnetfeld eine dem Paschen-Back-Effekt vollständig analoge Umwandlung erleiden, deren Anfangszustand (schwache Felder) ein neuer, komplizierter Zeemantypus und deren Endzustand (starke Felder) der gewöhnliche, zur betreffenden Spektrallinie gehörende (anormale) Zeemaneffekt ist.* In Fällen, wo die Spektrallinie nicht mehr in ihre Satelliten aufgelöst werden kann, da diese zu eng liegen, kommt natürlich nur der letztere Fall praktisch zur Beobachtung.

Dieses theoretisch zu erwartende Verhalten der Satelliten im Magnetfeld ist nun mit den Beobachtungen völlig im Einklang. NAGAOKA und TAKAMINE[1]) fanden bei schwachen Feldern kompliziertere Zeemantypen und bei wachsender Stärke des Magnetfeldes eine Verwandlung (in der Feldstärke nicht lineare Aufspaltung, asymptotisches Aneinanderrücken von Satellitkomponenten, Erlöschen gewisser Zeemankomponenten), die sie selbst als zum Paschen-Back-Effekt analog bezeichnen. Auch BACK[2]) fand bei seinen Präzisionsmessungen des Zeemaneffektes bei einigen Spektrallinien mit einer Hyperfeinstruktur ein analoges Verhalten. Stets ist dann in schwachen Feldern der Zeemantypus ein komplizierterer als er nach der Serienanordnung der Linien zu erwarten wäre. Andererseits findet BACK bei einigen Linien mit Satelliten, z. B. bei dem Grunddublet des Cu, in hinreichend starken Feldern bereits keine Abweichung vom gewöhnlichen, zu diesen Linien gehörigen Zeemantypus mehr, „es sei denn, daß man die auch im Vakuum beträchtliche Breite der Zeemankomponenten als solche betrachtet". Auch diese Breite der Zeemankomponenten entspricht der theoretischen Erwartung, da beim Paschen-Back-Effekt stets Aufspaltungen von der Größenordnung der ursprünglichen Feinstruktur zurückbleiben.

Das Ergebnis unserer ganzen Diskussion können wir kurz wie folgt zusammenfassen:

1. Es wird die Hypothese näher verfolgt, daß die Satelliten verschiedener Spektrallinien, die im üblichen Serienschema keinen Platz finden, dem Unterschiede der Wechselwirkungsenergie zwischen den Außenelektronen und dem Kerngebäude bei verschiedenen Orientierungen dieser Systeme gegeneinander ihre Entstehung verdanken (abgesehen von eventuell hinzutretenden komplizierenden Umständen). Diese Energieunterschiede werden dabei als vom zusammengesetzten Bau des Kernes herrührend aufgefaßt und es wird angenommen, daß der Kern im allgemeinen ein nicht verschwindendes resultierendes Impulsmoment besitzt. Auf Grund dieser Hypothese ist verständlich, daß die Satelliten nur bei höheren Atomnummern auftreten; auch ist die Größenordnung der beobachteten Satellitenabstände mit ihr verträglich.

2. Auf Grund der genannten Hypothese kann das beobachtete Verhalten der Satelliten unter der Einwirkung eines äußeren Magnetfeldes qualitativ erklärt und als Paschen-Back-Effekt aufgefaßt werden, der von einem komplizierteren zu demjenigen Zeemantypus führt, welcher der betreffenden Spektrallinie gemäß ihrer Stellung im Multipletsystem zukommt.

Wir möchten zum Schluß besonders hervorheben, daß uns auf Grund des vorliegenden Beobachtungsmateriales die hier diskutierte Hypothese über den Ursprung der Satelliten noch keineswegs als endgültig gesichert erscheint; wir möchten es sogar in keiner Weise für ausgeschlossen halten, daß sie sich noch als gänzlich irrig erweisen wird. Der Hauptzweck dieser Note ist jedoch, die Aufmerksamkeit der experimentellen wie der theoretischen Physiker auf die Satelliten der Spektrallinien zu lenken. Sollte sich nämlich andererseits die hier vorgeschlagene Auffassung der Satelliten als richtig herausstellen, so könnte man hoffen, aus einem vervollständigten und gemäß dem Kombinationsprinzip in Spektralterme geordneten Beobachtungsmaterial in Zukunft auf rein spektroskopischem Wege über den Bau der Kerne etwas zu erfahren.

Hamburg, den 17. August 1924. W. PAULI jr.

[1]) H. NAGAOKA und T. TAKAMINE, Phil. Mag. **27**, 333, 1914; **29**, 241, 1915; daselbst auch ältere Literatur.

[2]) E. BACK, Ann. d. Phys. **70**, 333, 1923. Siehe S. 366—369 und Bild 7 der Tafel I.

Der Zeemaneffekt im Scandiumspektrum.

Viele Linien des Scandiumspektrums sind von CATALÁN (An. Soc. Esp. **20**, 606. 1922 u. **21**, 464. 1923) in ein Termschema geordnet worden. Das ScI-Spektrum enthält nach ihm ein Dublett- und ein Quartettsystem, das ScII-Spektrum ein Triplettsystem. Es ist aber sehr wahrscheinlich, daß im Catalánschen Schema einige Verbesserungen angebracht werden müssen. Diese Verbesserungen sind offenbar auch von GIESELER und GROTRIAN (Naturw. **12**, 438. 1924) bemerkt worden.

Von einigen stärkeren Linien des Scandiumspektrums sind vorläufige Zeemaneffektaufnahmen gemacht worden. Mit Hilfe der Landéschen Regeln konnte aus dem verbesserten Catalánschen Termschema der Zeemaneffekt der meisten beobachteten Linien berechnet werden. Hierbei wurde angenommen, daß die gewöhnliche Landésche Formel für den Aufspaltungsfaktor g hier gültig wäre. In der Tat stimmten dann die Berechnungen und Beobachtungen vollkommen überein.

Es ist aber, wie es aus den Beobachtungen einiger anderen Linien hervortritt, nicht unwahrscheinlich, daß es auch Terme gibt, wofür die gewöhnliche g-Formel nicht gültig ist. Auch aus den älteren Beobachtungen von Rybar (Physik. Zeitschr. **12**, 889 1911) im verwandten Lanthantriplettspektrum zeigt sich, daß es hier neben Termen mit gewöhnlicher auch Terme mit ungewöhnlicher Aufspaltung gibt.

Nach LANDÉ (Zeitschr. f. Physik. **17**, 292. 1923) ist die gewöhnliche g-Formel nur gültig, wenn im Atomrest, d. h. im Atom ohne emittierendes Elektron, die Elektronengruppen mit azimutalen Quantenzahlen größer als eins, geschlossene impulslose Konfigurationen bilden. Nach BOHR enthält nun das neutrale Scandiumatom ein einziges 3_3-Elektron. Im Zusammenhang mit den beobachteten Zeemaneffekten folgt aus dem Vorhergehenden, daß dieses 3_3-Elektron im allgemeinen nicht im Atomrest des angeregten Atoms anwesend sein kann. Es wird also das emittierende Elektron sein müssen.

Aus dem Termschema von ScI folgt in der Tat, daß der Grundterm ein d-Term ist, was durch die Absorptionsversuche von GIESELER und GROTRIAN (l. c.) bestätigt ist. Im ionisierten Scandiumatom ist entweder das 3_3-Elektron gar nicht vorhanden oder es ist auch hier das emittierende Elektron. Der Grundterm von ScII ist aber noch nicht bekannt.

Man beachte aber, daß die Erfahrungen bei den Spektren von Titan und Vanadium (GIESELER und GROTRIAN, l. c.) gezeigt haben, daß der aus Zeemaneffekt und Termstruktur bestimmten Termtypus, vielleicht durch die Zusammenwirkung mehrerer äußeren Elektronen, nicht immer mit dem übereinstimmt, welchen man nach dem Atombau erwarten sollte. So etwas kann natürlich auch hier der Fall sein.

Die Resultate der Zeemaneffektaufnahmen sind dem Verf. von Herrn Prof. ZEEMAN freundlichst zur Verfügung gestellt worden und werden später publiziert werden.

Laboratorium „Physica" der Universität Amsterdam.
9. August 1924. S. GOUDSMIT.

Bemerkung zu einem Referat.

Auf S. 576 dieses Jahrganges der „Naturwissenschaften" habe ich im Rahmen einer Besprechung die Geschwindigkeitsmessung der Röntgenstrahlen durch Herrn E. MARX als „einwandfrei als fehlerhaft nachgewiesen" bezeichnet.

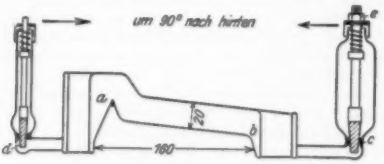
Herr MARX legt Wert auf die Feststellung, daß seine Methode in sämtlichen ihm bekannten neueren Lehrbüchern eingehend beschrieben und behandelt ist. Ohne meine eigene Stellungnahme in irgendeiner Weise zu ändern, stehe ich nicht an, diese Tatsache dem Wunsche des Herrn MARX entsprechend zur Kenntnis der Leser meines Referates zu bringen.

W. WESTPHAL.

Der Zerfall des Quecksilberatoms.

(Weitere Mitteilung.)

Zu dem Beitrag Professor MIETHES in Nr. 29 dieser Zeitschrift unter obigem Titel seien einige Ergänzungen gestattet, die sich auf Apparatur und Anordnung der dort beschriebenen Versuche beziehen. Die im folgenden gegebenen Daten sind einem Versuche entnommen, der vom 6. bis 22. Mai dieses Jahres ausgeführt wurde.



Das Leuchtrohr des oben skizzierten Brenners besitzt eine lichte Weite von 20 mm, eine Wandstärke von 2 mm. Es ist mit zwei doppelwandigen Kühlgefäßen versehen, deren jedes mit einem Steigrohr verbunden ist. Der Strom wird durch zwei eingeschliffene Kohlenstifte *c* und *d* in Eisenfassung zugeführt; *d* schließt dicht, *c* läßt sich durch die Mutter *e* einstellen und reguliert so die Drosselung des Quecksilbers. Stahlfedern halten die Stifte in ihrer Lage, Metallkappen mit Anschlußklemmen schließen die Steigrohre.

Der Brenner wird sorgfältig getrocknet, mit Quecksilber gefüllt, der Schliff *d* dicht eingesetzt, mit Quecksilber überschichtet und die Metallkappe aufgesetzt. Dann wird das Quecksilber im Brenner mehrmals mit einer nicht leuchtenden Bunsenflamme bis zum Sieden erhitzt, nach dem Erkalten die Gasblasen durch Wenden der Lampe aus dem offenen Schenkel herausgetrieben, der Kohlenschliff *c* eingesetzt und das Steiggefäß mit der Kappe verschlossen.

Der Brenner wird mit einer Spannung von 220 Volt betrieben. Ein fein regulierbarer Widerstand von 30 Ohm ist vorzuschalten, *c* ist an den positiven, *d* an den negativen Pol zu legen.

Um den Brenner zu zünden, wird der Stromkreis mit dem gesamten Widerstand geschlossen, sodaß die Quecksilbersäule mit etwa 7 Amp. belastet ist, dann das Quecksilber bei *a* so lange erhitzt, bis der Dampf die Quecksilbersäule trennt. Der sich an der Trennungsstelle bildende Lichtbogen ist zunächst nur kurz; er wächst unter Steigen der Spannung an den Elektroden und Sinken der Amperezahl so lange, bis Dampfdruck und Menge des verdampfenden Hg dem äußeren Druck entsprechen. Dieses Gleichgewicht stellt sich nach einigen Minuten ein und ist jeweils bei dem Ausschalten von Widerstand abzuwarten.

Durch langsames Ausschalten von Widerstand — etwa alle 10 Minuten 1—2 Ohm — gelingt es, den Bogen bis zum Punkt *b* zu verlängern. Er besitzt dann bei einer Länge von 158 mm eine Klemmenspannung von etwa 165 Volt.

Das langsame Ausziehen des Bogens gelingt nicht immer; eine sorgfältige Nivellierung der Lampe ist von Wichtigkeit, vor allem ist aber die Regulierung der Drosselung am Schliff *c* entscheidend. Dieser muß so eingestellt sein, daß das Quecksilber nur langsam steigen oder fallen kann, also nicht jeder plötzlichen Temperaturänderung im Rohre nachgibt; andererseits soll die Entstehung größerer Über- und Unterdrucke verhindert werden. Die Arbeit am Brenner wird durch die intensive Strahlung, die sorgsamen Augen- und Hautschutz erforderlich macht, erschwert.

Es ist vorteilhaft, eine größere Selbstinduktion vor den Brenner zu schalten, der dann tagelang ohne Störung betrieben werden kann. Erlöscht die Lampe, so zündet sie normalerweise beim Zusammenfließen des Quecksilbers selbsttätig. Immerhin empfiehlt es sich beim ununterbrochenen Betrieb ohne Aufsicht einen Maximalselbstausschalter in den Stromkreis zu bringen, der so reguliert ist, daß er nach Maßgabe des vorgeschalteten Widerstandes — bei voller Bogenlänge etwa 4 Ohm — zwar noch die Zündung beim Zusammenfließen des Quecksilbers ermöglicht, bei ausgebliebener Zündung aber unterbricht.

Der Brenner wird zweckmäßig auf einer wassergekühlten Unterlage betrieben; durch Luftkühlung der Lampe (Ventilator), besonders des Anodengefäßes kann die Belastung außerordentlich gesteigert werden.

Das Quarzgefäß des beschriebenen Brenners war aus einem Rohre geblasen, von dem ein Stück zuvor der Analyse unterworfen wurde. Es ließ sich in dem 14 g schweren Stück kein Au, dagegen $6 \cdot 10^{-6}$ g Ag nachweisen, der Silbergehalt des 160 g schweren Brenners würde danach $6{,}8 \cdot 10^{-5}$ g betragen haben.

Die 3 g schweren Kohlen enthielten $9{,}3 \cdot 10^{-7}$ g Ag und ebenfalls kein Gold.

Das Gewicht der eisernen Stromzuführungen, soweit sie in das Gefäß hineinragten, betrug 9,3 g; in ihnen ließ sich weder Gold noch Silber nachweisen.

Als Ausgangsmaterial für die Lampenfüllung wurde Hg „Kahlbaum" verwandt. 2 kg dieses Materials enthielten $1{,}79 \cdot 10^{-6}$ g Ag und eine äußerst geringfügige Menge Gold, die quantitativ nicht mehr zu erfassen war. Dieses Quecksilber wurde im Vakuum einer langsamen Destillation unterworfen (pro Tag etwa 1 kg). Das Destillat war goldfrei, indes noch mit Spuren von Silber verunreinigt. Eine nochmalige Destillation in gleicher Weise ergab ein von Edelmetallen freies Material, von dem 1,52 kg zur Lampenfüllung dienten.

Die Lampe brannte 197 Stunden ohne Unter-

brechung. Die Elektrodenspannung schwankte bei einer mittleren Bogenlänge von 158 mm und einer Belastung von 12,6 Amp. zwischen 160 und 175 Volt.

Die Entleerung des Brenners nach dem Erkalten geschah sehr sorgfältig, da erfahrungsgemäß goldreiche, dickflüssige Quecksilbertröpfchen hartnäckig an der Wandung festgehalten werden. So zeigte das Kathodengefäß des hier behandelten Brenners in der Höhe des Quecksilberniveaus einen Ring aus feinen Tröpfchen im Gesamtgewicht von etwa 10 mg. Der Goldgehalt dieser Tröpfchen betrug $1{,}6 \cdot 10^{-7}$ g.

Ebenso ließ sich in dem schwarzen Beschlag, den das Leuchtrohr aufwies, neben viel Silber deutlich Gold nachweisen. Unsere Methoden der quantitativen Goldbestimmung waren in diesem Falle nicht anwendbar, da die Metallpartikelchen tief in die Quarzwand hineingeschmettert waren und sich von dem kieselsauren Skelett nicht befreien ließen. Mehrmaliges Auskochen des Leuchtrohres mit Königswasser löste den Beschlag nur sehr unvollkommen.

Das ausgefüllte Lampenquecksilber wurde einer vorsichtigen und sehr langsamen Vakuumdestillation unterworfen. Aus dem letzten Tropfen des Quecksilbers wurden $8{,}2 \cdot 10^{-5}$ g Gold gewonnen.

Photochemisches Laboratorium Technische Hochschule Berlin, 25. Juli 1924. H. Stammreich.

Besprechungen.

SCHMIDT, W. J., **Die Bausteine des Tierkörpers in polarisiertem Lichte.** Bonn: Friedrich Cohen 1924. XII, 528 Seiten und 230 Abbild. 17 × 26 cm. Preis geb. 25, geh. 22 Goldmark.

Während in der pathologisch-histologischen Untersuchungstechnik das Polarisationsmikroskop bereits seit geraumer Zeit ein unentbehrliches Hilfsmittel geworden ist, bedienen sich Anatomen und Zoologen der Untersuchung der Gewebe im polarisierten Licht noch immer mit unleugbarer Zurückhaltung. Bestimmend hierfür war vielleicht weniger die Überschätzung der Schwierigkeiten der Handhabung der Polarisationsmikroskopie als das Fehlen einer neuzeitlichen Darstellung, was mit Hilfe dieser Methode zu gewinnen ist und bereits gewonnen wurde. Eine umfassende derartige Darstellung liegt jetzt vor in den „Bausteinen des Tierkörpers in polarisiertem Lichte". Eine überraschende Fülle biologisch wichtiger Tatsachen hat hier in lehrbuchartiger, gleichwohl lesbarer Form ihre Verarbeitung gefunden.

Durchaus zu Unrecht erfreut sich noch heute bei den Tierbiologen die v. Ebnersche Theorie des Zustandekommens der Doppelbrechung der organisierten Substanz durch dauernd vorhandene Spannungen fast alleiniger Beliebtheit. Wie demgegenüber Ambronn im Anschluß an die Nägelische Micellartheorie neue Grundlagen für das Verständnis der Anisotropie der organismischen Substanzen schuf, zeigt der vom Verf. vorausgeschickte allgemeine Teil, der Wesen und Ursache der Doppelbrechung behandelt. Ein angeschlossener Abschnitt über die Apparatur und das Untersuchungsverfahren der Polarisationsmikroskopie wird trotz seines knappen Umfangs auch den Lesern erwünscht sein, die über die älteren Anleitungen von Ambronn und Weinschenk verfügen.

Der spezielle Teil bespricht nacheinander die Skelettbildungen, die alloplasmatischen und die ergastischen Bildungen des Tierkörpers. Die Darstellung ist dabei so gewählt, daß der Benutzer des Buches in die Lage versetzt wird, einen großen Teil der mitgeteilten Tatsachen praktisch nachzuprüfen.

Von den Skelettbildungen erfahren die der Protozoen, unter denen sich die Calcitschalen der Foraminiferen und die Cölestinskelette der Acantharier polarisationsmikroskopisch am ergiebigsten zeigten, gesonderte Besprechung. Die Skelettbildungen der wirbellosen Metazoen, ein besonders fruchtbares Arbeitsgebiet der Polarisationsmikroskopie, scheidet Verf. in intracellular und extracellular geformte. Als Biokrystalle erhalten unter den ersteren die Kalkschwammnadeln, Echinodermenskelettstücke, Stacheln der Solenogastres, denen sich die Brachiopodenspicula anschließen, eine eigene Stellung, während auf der andern Seite die ihrem optischen Verhalten nach als Krystallaggregate erkannten Skleriten der Ascidien, Nudibranchier und der Hauptmasse der Oktokorallen zusammengefaßt werden. Gerade die Vertiefung unserer Kenntnis der Wechselwirkung anorganischer Krystallisationsprozesse und der formgebenden Kraft des Protoplasmas scheint geeignet, der Polarisationsmikroskopie über den Rahmen einer bloßen Untersuchungstechnik hinaus die Beachtung der Biologen zu gewinnen. Andererseits werden Tatsachen, wie die von Schmidt erkannte eigentümliche optische Sonderstellung gewisser Oktokorallen, die Kennzeichnung des Amphiurenarmwirbels als Doppelbildung bei bloßer Betrachtung im polarisierten Licht den Systematiker und den vergleichenden Anatomen für die Polarisationsmikroskopie interessieren. Unter den extracellular geformten Skelettbildungen der Wirbellosen entfällt ein großer Teil auf die Cuticularbildungen, bei denen krystalliner Kalk Träger der Doppelbrechung ist, während bei einem zweiten, dem besonders die flächenhaft ausgebildeten Cuticulen und ihre Differenzierungen, auch die Spinnfäden angehören, die Doppelbrechung an die organische Substanz geknüpft erscheint. Mit den Kalkcuticularbildungen, von denen namentlich die vom Verf. aufgeklärten verwickelten Verhältnisse der Molluskenschale umfänglichere Behandlung beanspruchen, werden die kalkigen Eischalen der Schnecken sowie die der Vögel und Reptilien besprochen. Die Erörterung der skelettbildenden und Integumentsubstanzen der Wirbeltiere, deren polarisationsmikroskopisches Verhalten dem Histologen durch die neuerliche Berücksichtigung im Schafferschen Lehrbuch verhältnismäßig noch am besten bekannt ist, enthält gleichwohl vielerlei Neues. Es sei hier nur auf die Untersuchungen des Verf. über die Tonofibrillen hingewiesen.

Von alloplasmatischen Bildungen gelangen als Doppelbrechung zeigend zur Besprechung von Protozoen hauptsächlich Stereopodien, Cilien und Myoneme, von Metazoen glatte Myofibrillen und quergestreifte Myofibrillen, deren Anisotropie und Feinbau im Hinblick auf die Theorien der Muskelkontraktion besonders eingehend behandelt werden. Vielseitige Anregung bietet dem Biologen schließlich der Abschnitt, der sich mit den ergastischen Bildungen des Tierkörpers beschäftigt, soweit diese krystallinischer Natur sind: Den Kalkkonkrementen, einschließlich der Statolithen und Otolithen, den krystallinischen Exkreten, Eiweißkrystallen, krystallisierten Kohlenhydraten und doppelbrechenden Lipoiden.

Die reiche Ausstattung des Buches mit meist vortrefflichen photographischen Originalabbildungen machen das Werk gleichzeitig zu einem ersten polarisationshistologischen Atlas. Einige infolge der Ver-

zögerung der Jahresberichte unvermeidliche Lücken in der im übrigen bemerkenswert sorgfältigen und vielseitigen Literaturverarbeitung mögen die in der Erstauflage unberücksichtigten Autoren im Interesse der Sache durch Einsendung ihrer Arbeiten an den Verf. selbst schließen. Drei zweckmäßig angelegte Verzeichnisse erleichtern den Gebrauch des Werkes, dem eine rasche Verbreitung zu wünschen nach allem fast überflüssig erscheint. W. ARNDT, Berlin.

TRAUTZ, MAX, **Lehrbuch der Chemie.** Zu eigenem Studium und zum Gebrauch bei Vorlesungen. Dritter Band: Umwandlungen. Berlin und Leipzig: Vereinigung wissenschaftlicher Verleger, Walter de Gruyter & Co. 1924. 46 u. 1054 Seiten mit zahlreichen Figuren im Text und auf Tafeln und mit Tabellen. 17 × 25 cm. Preis geh. 40 Goldmark.

Das Trautzsche Lehrbuch der Chemie, dessen erster und zweiter Band (Stoffe — Zustände) in dieser Zeitschr. (10, 769. 1922; 11, 449. 1923) ausführlich besprochen worden sind, unterscheidet sich seiner Anlage nach von allen seinen Artgenossen aus den letzten Jahrzehnten durch zwei Eigenschaften: einmal behandelt es das *ganze* Gebiet der Chemie und auch die für den Chemiker wichtigen Teile der Nachbarwissenschaften; dann aber soll es auch den Lernenden während seiner ganzen Studienzeit begleiten: „Der Anfänger soll mit dem Buch beginnen und als angehender Forscher soll er es beenden." Diese Anlage, die im ersten Band noch nicht zu erkennen war, bedingt zunehmende Vertiefung der Behandlungsweise.

Der dritte (Schluß-)Band führt den allgemeinen Titel „Umwandlungen"; sein Kernstück bildet die *organische Chemie* (S. 178—690) die 512 Seiten umfaßt. Eine gütige Vorsehung hat dafür gesorgt, daß die Kohlenstoffverbindungen, deren man z. Z. etwa 200 000 zählt, sich in verhältnismäßig wenige, gut unterscheidbare Gruppen zu einem übersichtlichen System ordnen lassen. An diese vielfach bewährte Einteilung hat sich TRAUTZ im großen und ganzen gehalten, wenn auch im einzelnen mancherlei Umstellungen und Veränderungen zu verzeichnen sind. Auf einen kurzen Abschnitt über die Analyse organischer Verbindungen folgen zunächst die aliphatischen und Benzol-Kohlenwasserstoffe mit ihren ein- und mehrwertigen Substitutionsprodukten, hierauf die hydrierten Benzole, dann Verbindungen mit mehreren nichtkondensierten und mit kondensierten Benzolkernen, schließlich die heterocyclischen Verbindungen. Dieser systematische Teil, in dem mir besonders angenehm die fortlaufende Benutzung der Thermochemie und die Tafeln mit den Wechselbeziehungen der verschiedenen Verbindungsklassen aufgefallen sind, wird nun durch mehrere Abschnitte ergänzt, die einzelne Zweige der Kohlenstoffchemie eingehender behandeln. In dem Kapitel „Rohstoffverarbeitung" werden zuerst die Verfahren zur Umwandlung der Kohle in wertvolle chemische Produkte betrachtet; es folgt ein bemerkenswerter Abschnitt über die Abbaumethoden von Rohstoffen und die qualitative und quantitative Bestimmung von Atomgruppen und schließlich werden diese Verfahren an wichtigen Beispielen (Gerb- und Gallenstoffe, Blüten-, Blut- und Blattfarbstoffe) erläutert. Die nächste Abteilung „Eigenschaften und Konstitution" enthält weniger als man zu erwarten berechtigt ist; sie beschäftigt sich nämlich allein mit dem Zusammenhang von Farbe, Geruch und Geschmack mit der Konstitution, berücksichtigt also nur physiologische Wirkungen, während die wohldurchforschten Beziehungen der Konstitution zur Kristallform, Raumerfüllung, Schmelz- und Kochpunkt, zu den Kohäsionseigenschaften, der optischen Drehung, dem Brechungsvermögen usw. fehlen. Als Beispiel für Trautzsche Gedankengänge sei erwähnt, daß auf die Absorption in Anknüpfung an die Nebenvalenz 20 Seiten über anorganische Komplexsalze folgen. Der nächste Abschnitt „organische Elektrochemie und Valenzlehre" bringt in seinem ersten Teil die Elektrolysen organischer Stoffe, insbesondere elektrochemische Reduktion und Oxydation; der zweite Teil ist den elektrochemischen Einflüssen auf Konstitution und Konfiguration sowie den freien Radikalen gewidmet. Für die technische Chemie von besonderer Wichtigkeit ist der Abschnitt „organische Pyrochemie", in dem die Bedingungen technischer Reaktionen dargelegt und die Katalysen in der organischen Chemie systematisch behandelt werden. Auch die drei ersten Teile des Schlußkapitels „organische Kolloidchemie" stehen mit der Technik in enger Beziehung; sie sind den Seifen, den Harzen, den Farbstoffen und der Färberei gewidmet. Bis an die Grenzen der organischen Chemie führen die weiteren Abschnitte: Eiweißstoffe, Enzyme und in den den biochemischen Vorgängen, der Immunochemie und der Kinetik des organischen Wachstums (Vererbungslehre) gewidmeten Kapiteln dürften diese Grenzen schon überschritten sein. Im Anschluß an die Verbindungen des Kohlenstoffs wird die Frage behandelt, in welcher Weise sich eine seiner eigenartigsten Eigenschaften — die Bildung von Atomketten — auch bei anderen Elementen zeigt.

Umschlossen wird die organische Chemie von einer Reihe umfangreicher Abschnitte, die die *Reaktionsgeschwindigkeit* im weitesten Sinne behandeln. An erster Stelle steht die „Thermokinetik" (S. 7—178) also die Umwandlungsgeschwindigkeit chemischer Systeme unter alleinigem Einfluß der Wärmeenergie. Betrachtungen über Weggeschwindigkeiten in *einer* Phase (Diffusion) und Austauschgeschwindigkeiten von Molekeln zwischen zwei Phasen gehen der eigentlichen „chemischen Reaktionsgeschwindigkeit" (Austauschgeschwindigkeit von Atomen zwischen zwei Atomanordnungen) voran. Diese gliedert sich in Reaktionen in Gasen, verdünnten Lösungen und konzentrierten Systemen, sowie in die Kinetik verwickelter und heterogener Reaktionen; der letzte Teil umfaßt auch die katalytischen Erscheinungen.

Thermokinetik ist seit langen Jahren das Gebiet, das TRAUTZ experimentell und theoretisch mit bedeutendem Erfolg bearbeitet hat. Die Theorie der Reaktionsgeschwindigkeit geht überall — im Gegensatz zur thermodynamischen Gleichgewichtslehre — von den Anschauungen der kinetischen Theorie aus; diese verschwinden aber recht bald und machen den formalen Geschwindigkeitsgleichungen Platz. Es ist TRAUTZ' Verdienst, die Anwendung der Kinetik der Materie auf die Reaktionsgeschwindigkeit ernsthaft weitergeführt und zu einer anschaulichen Theorie ausgestaltet zu haben, die weite Ein- und Ausblicke gewährt. Hiernach ist es begreiflich, daß TRAUTZ die ganze Lehre von der Reaktionsgeschwindigkeit sehr eingehend, sehr liebevoll und — wenig objektiv behandelt. Man kann zugeben, daß die Forschungen über chemische Kinetik in den letzten Jahren, die in der Literatur einen sehr großen Raum einnehmen, mehr in die Breite als in die Tiefe gehen; immerhin dürften die tatsächlichen Ergebnisse dieser und der klassischen Untersuchungen nicht fast vollständig übergangen werden.

Der erste Teil der Thermokinetik, der sich allein auf die *isothermen* Reaktionen bezieht, wird später

ergänzt durch die *adiabatischen* Reaktionen (S. 715 bis 735), das sind die Explosionsvorgänge, wobei naturgemäß auch die Sprengstofftechnik Berücksichtigung findet.

Unter der Bezeichnung „chemische Elektrokinetik" wird der Mechanismus und die Geschwindigkeit von chemischen Reaktionen behandelt, die unter dem Einfluß elektrischer Kräfte verlaufen. Der Stoff ist in drei Teile zerlegt: Elektrolytische Ionen in Lösung — Elektrizitätsträger in Gasen — chemische Wirkungen verschiedener Entladungsformen. Der erste Teil schildert die Diffusion der Ionen, ihre Abweichung vom Massenwirkungsgesetz und die Elektrolyse durch Wechselstrom; der zweite Teil umfaßt Nachweis, Zählung, Eigenschaften, Arbeitsleistung und chemische Wirkung der „Träger", mithin Physik und Chemie der Kathoden- und Kanalstrahlen; im dritten Teil endlich ist hauptsächlich von der Wirkung der stillen Entladung in Siemens-Ozonisatoren die Rede, wobei die Messungen an Wechselströmen erläutert werden; auch die chemische Wirkung des Lichtbogens findet hier ihren Platz. Die Lehre von der Radioaktivität — hier Radiokinetik genannt (806—835) — bei der Korpuskular- und Elektronenstrahlung eine wesentliche Rolle spielen, wird durch den vorigen Abschnitt gut vorbereitet; die „radioaktiven Meßmethoden" sind ziemlich ausführlich, die „Ergebnisse der Radioaktivitätsforschung" etwas knapper geschildert. Es folgt ein kurzer Abschnitt über Magnetismus und Magnetochemie (S. 836—846) und dann die — ihrer Wichtigkeit entsprechend — breit angelegte „Photokinetik" (S. 847—952). Gliederung und Inhalt lassen sich etwa durch die folgenden Stichworte bezeichnen: Strahlungsgesetze und -theorien; Lichterzeugung und -messung; photochemische Gleichgewichte und Reaktionsgeschwindigkeiten bei konstanter und wechselnder Temperatur des reagierenden Systems und des Strahlers, Beispiele für chemische Lichtwirkungen (Photographie, Assimilation der Pflanzen); Lichtelektrischer Effekt; Phosphoreszenz; Kristall- und Tribolumineszenz; Chemilumineszenz; Röntgenstrahlen. Von hier aus ist ein zwangloser Übergang gegeben zu dem Schlußkapitel, das dem „Bau der Materie" gewidmet ist. Es enthält die durch die Röntgenstrahlen vermittelten Kenntnisse über den Aufbau der Kristalle, die neueren Anschauungen über die innere Struktur der Molekeln und Atome, und insbesondere den Zusammenhang zwischen Atombau, Spektren und periodischem System, wie er durch die Bohrsche Theorie gegeben ist. Auch den suggestiven Erfolgen dieser Lehren gegenüber ist die Selbständigkeit der Darstellung gewahrt.

Bei der Besprechung der beiden ersten Bände dieses Werkes habe ich Gelegenheit gehabt, auf die Punkte hinzuweisen, die Veranlassung geben könnten, den Erfolg der Trautzschen Arbeit als Lehrbuch zu mindern. Zu mancherlei Bedenken ganz ähnlicher Art, wie die früher geäußerten, gibt auch der dritte Band Veranlassung; um Wiederholungen zu vermeiden, möchte ich aber weder auf Einzelheiten eingehen, noch Beispiele anführen, vielmehr mich auf einige allgemeine Bemerkungen beschränken.

Mangel an Architektonik, gekünstelte Systematik und übertriebene Abstraktheit sind die Hauptbegriffe, unter die fast alle meine Einwände sich einordnen lassen. Die beiden ersten sind eng miteinander verknüpft und scheinen aus einer zu weit gesteigerten Subjektivität herzuleiten. In der Tat werden die eigenen Forschungen des Verfassers und die seiner näheren Umgebung (Lenard, Curtius) stark bevorzugt und durch sehr zarte Fäden mit vielen Dingen verknüpft, die auch ohne diese Verbindung bestehen könnten. Die überwiegende Abstraktheit und Unklarheit der Darstellung aber hängen damit zusammen, daß Trautz sich in der Verallgemeinerung nie genug tun kann; bei jedem Gegenstand sieht er zahllose Beziehungen zu anderen Dingen; die Gedanken fließen ihm in breitem Strome zu, aber er kann sie nicht bändigen; er spricht nicht, als ob er einen Schüler belehren will, sondern er plaudert mit einem sehr wohlunterrichteten Fachgenossen, dem er seine persönliche Meinung auseinandersetzt. Und trotz alledem muß man die Gelehrsamkeit, den erstaunlichen Fleiß, die Fülle der Gedanken und vor allem den tiefen Forscherernst und das grüblerische Streben nach Wahrheit in dem Trautzschen Werke bewundern. Es ist nicht allein ein Lehrbuch, sondern eine Bekenntnis- und Kampfschrift; ein Bekenntnis zu den Grundgedanken seiner langjährigen Forschungen, ein Kampf für die Umgestaltung des Unterrichts.

Ob das Lehrbuch als solches den Erfolg haben wird, den man einem so ehrlichen Streben wünschen muß, ist zweifelhaft; daß es aber auf die Arbeit der Lehrenden einen großen Einfluß ausüben wird, scheint mir sicher zu sein. I. Koppel, Berlin-Pankow.

ROVERETO, GAETANO, **Forme della terra. Trattato di Geologia Morphologica.** Volume I. Basi e generalità. (Handbuch der geologischen Morphologie. Grundlagen und Allgemeines.) Mailand: U. Hoepli 1924. XIII, 641 Seiten, 250 Figuren und 16 Tafeln. Preis 80 L.

Werke, welche die Morphologie, d. h. die Oberflächengestaltung der Erde behandeln, werden zumeist von Geographen geschrieben und begegnen dann leicht von geologischer Seite dem Vorwurf, die tieferen geologischen Faktoren stiefmütterlich zu behandeln. Man braucht nur an die scharfen Kämpfe zu erinnern, welche die jüngere Geographenschule unter Leitung des Amerikaners Davis zu bestehen hatte. Diesen Vorwurf kann man dem neuen italienischen Handbuch nicht machen und es ist sehr zu begrüßen, daß der namhafte italienische Geologe, der viel in den Fragen der Morphologie Italiens und Südamerikas gearbeitet hat, sich zu einer zusammenfassenden Darstellung entschlossen hat. Was das Buch besonders fesselnd und auch für einen mit dem Stoff gut vertrauten Fachmann anregend macht, ist seine durchaus originelle Einkleidung. Kein Nachbeten fremder Ansichten, stets das Bestreben, sich mit den Problemen auf Grund eigener Erfahrungen auseinanderzusetzen; schöne neue Bilder, meist einer eigenen Sammlung entnommen, also kein Nachbilden alter, abgegriffener Klischees. Die Stärke und die Schwäche des Buches liegt in seiner — ich möchte sagen — nationalen Einstellung. Die italienische Landschaft, die italienischen Beispiele kennt der Verf. am besten und stellt er bewußt in den Vordergrund. Einem ausländischen Leser kann das nur lieb sein, denn das meiste von der hier zitierten und verarbeiteten Literatur ist ihm schwer zugänglich. Damit soll keineswegs gesagt sein, daß Gestaltung und Literatur anderer Länder übersehen werden; die älteren Werke sind sogar recht vollzählig vertreten. Nur die deutsche Literatur der Kriegs- und Nachkriegszeit war wohl dem Verf. nicht zugänglich; hier haben aber z. B. die Arbeiten Soergels zu den Fragen der Aufschotterung, Terrassenbildung, Lößentstehung usw. prinzipiell wichtige Beiträge geliefert. Auch die Paläogeographie von Dacqué hätte Erwähnung verdient.

Der erste Teil des Buches enthält die grundlegenden

Kenntnisse über die Faktoren der Bodengestaltung: Klima, Gesteine, Tiere als Gesteinsbildner, Wirkung der atmosphärischen Kräfte, Stratigraphie, Grundlagen der Tektonik. Es ist eigentlich ein Lehrbuch der allgemeinen Geologie, das durch seine spezifisch italienischen Beispiele einen besonderen Reiz erhält. Etwas kurz sind die vulkanischen Faktoren behandelt. Sehr interessant ist der Versuch, die Gliederung der Eiszeiten und Urgeschichte mit den Bewegungen des mittelländischen Meeres und seinen Ablagerungen zu parallelisieren; wenn auch hier noch manches problematisch bleibt (so z. B. die Stellung des Löß in die Zwischeneiszeit; nach SOERGEL ist der Löß glacial, wodurch sich das ganze Schema verschiebt), so öffnet sich doch hier ein sehr aussichtsreiches Gebiet, welches auf Klima, Aufschotterungsvorgänge, Beziehung der Flüsse zur Meeresbasis, neues Licht wirft. Interessant und bedeutsam ist ferner der Abschnitt, welcher sich mit dem geologischen Aufbau Italiens beschäftigt. Da hier neuere zusammenfassende Darstellungen fehlen, wären sogar mehr Einzelheiten erwünscht gewesen. ROVERETO steht auf dem modernen Standpunkt der Deckentheorie und glaubt im Apennin 3 Überfaltungsmassen nachweisen zu können, was in einem Kärtchen (S. 319) sehr gut zur Darstellung kommt. Diese Auffassung, die in großen Zügen zuerst STEINMANN ausgesprochen hat, stieß zuerst auf einen starken Widerspruch der italienischen Geologen, scheint sich aber immer mehr durchzusetzen. Es ist leider nicht möglich, hier auf Einzelheiten einzugehen. Nur auf das schöne Kärtchen der vorherrschenden gestaltenden Kräfte in Italien (S. 152) und auf die Deutung des Gebirgsbaues von Savona (Grenze von Alpen und Apennin) und von Capri (S. 308, 318) sei noch besonders hingewiesen. Kritisch sei bemerkt, daß eine Besprechung der de Geerschen Berechnung der Dauer der Eiszeit an entsprechender Stelle wohl erwünscht gewesen wäre und daß dem Verf. die neuen Untersuchungen SCHWEYDARS über die Elastizität der Erde wohl nicht zugänglich waren. Nach SCHWEYDAR ist die Starrheit im Inneren der Erde viermal größer als die des Stahls, was aus genauen Messungen der Ebbe und Flutbewegungen im festen Teil der Rinde hervorgeht. Ferner scheint mir Verf. die eustatischen Bewegungen des Meeresspiegels etwas zu überschätzen, dagegen die gegenwärtigen Bewegungen der Erdrinde zu gering anzusetzen; genaue Messungen in Frankreich und Bayern haben hier neuerdings überraschende Resultate ergeben.

Der zweite Teil des Buches behandelt die Morphologie im besonderen. Die einzelnen Kapitel enthalten: Ausbildung und Wirkung des Flußnetzes, Modellierung des Gehänges, Bestimmung der Wasserscheiden, Wirkung der geologischen Struktur und die Ausgangsfläche (superficia fondamentale), Hohlformen und Seen, Wirkung des Meeres und Uferbildung. ROVERETO ist kein Anhänger der schematisierenden amerikanischen Morphologie und stellt mit vollem Recht das Studium der geologischen Grundlagen in den Vordergrund. Insbesondere kritisiert er scharf den Begriff der Fastebene (Peneplain) und seine oft sehr oberflächliche Anwendung. Die Bedeutung der Ausgangsfläche (Rumpffläche HETTNERS) wird dagegen stark hervorgehoben; sie ist mit der Fastebene durchaus nicht identisch, kann unabhängig von ihr entstehen und ist nur durch vertieftes geologisches Studium zu rekonstruieren. Die durch das Meer geschaffenen Abrasionsflächen, von den jüngeren Morphologen lebhaft bestritten, kommen hier wieder zu ihrem Rechte; nur wird betont, daß nicht das vordringende, sondern das zurückgehende Meer für ihre Gestaltung von größter Bedeutung ist. Die irreführenden Momente in den Begriffen des jugendlichen, reifen und alten Tales werden eingehend durchgesprochen. Man muß dem Verf. durchaus Recht geben, wenn er stets wieder betont, daß die Rekonstruktion einer Landschaft nicht nach schematischen Regeln erfolgen darf, sondern von Fall zu Fall verschieden vorgehen muß, stets aber die genaue Kenntnis der Geologie zur Voraussetzung hat.

Die Anordnung des Stoffes ist nicht so straff, wie man es sonst aus Lehrbüchern gewohnt ist, da der Verf. wohl bewußt jede scholastische Einteilung vermeiden wollte. Großer Wert wird auf die praktische Anwendung der gewonnenen theoretischen Erfahrungen gelegt. Man darf auf den zweiten, speziellen Teil gespannt sein, dem hoffentlich ein Stichwörterverzeichnis beigelegt werden wird. Das äußere Bild des Bandes ist mustergültig. Alles in allem: es scheint ein frischer Wind in der italienischen Wissenschaft zu wehen!

S. v. BUBNOFF, Breslau.

REMY, H., **Chemisches Wörterbuch.** (Teubners kleine Fachwörterbücher 10/11). Leipzig und Berlin: B. G. Teubner 1924. VIII, 416 Seiten, 15 Figuren im Text und 5 Tabellen im Anhang. 12 × 18 cm. Preis geh. 8,60, geb. 10,60 Goldmark.

Die Absicht des Verfassers ging dahin, mit diesem Wörterbuch „den Bedürfnissen der Kreise Rechnung zu tragen, die der Chemie oder Teilgebieten von ihr allgemeines Interesse entgegenbringen." Es soll aber nicht nur die Zusammensetzung, Gewinnung und Verwendung der einzelnen Stoffe mitgeteilt werden, sondern darüber hinaus auch ein „Einblick in das gedankliche Gerüst" der chemischen Wissenschaft geboten werden. Für diejenigen aber, die „sich mit den Gegenständen der Chemie aus wissenschaftlichem oder beruflichem Interesse näher zu beschäftigen" haben, soll das Buch „ein tieferes Verständnis für die chemischen Begriffe, eine allmähliche Aneignung auch der theoretischen Grundlagen der Chemie und eine Einführung in die in der chemischen Wissenschaft allgemein im Vordergrunde stehenden Gedankengänge ermöglichen, und über Apparate, Arbeitsverfahren und Untersuchungsmethoden Aufschluß geben." Eine Durchsicht des Werkes zeigt, daß der Verfasser ein sehr umfangreiches Material, das nicht nur die reine und angewandte Chemie, sondern auch noch mancherlei Grenzgebiete umfaßt, auf einen engen Raum zusammengedrängt und sachgemäß verarbeitet hat. Besondere Berücksichtigung haben die neueren theoretischen Anschauungen gefunden, die dem Chemiker willkommen sein werden, der im übrigen ein solches Wörterbuch nur gelegentlich zu einer oberflächlichen Information heranziehen wird. Die Bearbeitung läßt eine gute Kenntnis der neueren Literatur erkennen. An sachlichen Fehlern ist mir aufgefallen, daß die Schmelzpunkte von Chrom, Molybdän und Wolfram falsch angegeben sind und daß die Sätze über die Verwendung des Wolframs in der Glühlampe ein unzutreffendes Bild vom Stande des Technik liefern. Dem Nichtchemiker, der systematische Lehrbücher nicht zur Hand hat oder sich in ihnen nicht zurechtfindet, wird dies Wörterbuch vielfach von Nutzen sein können.

I. KOPPEL, Berlin-Pankow.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. DR. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.